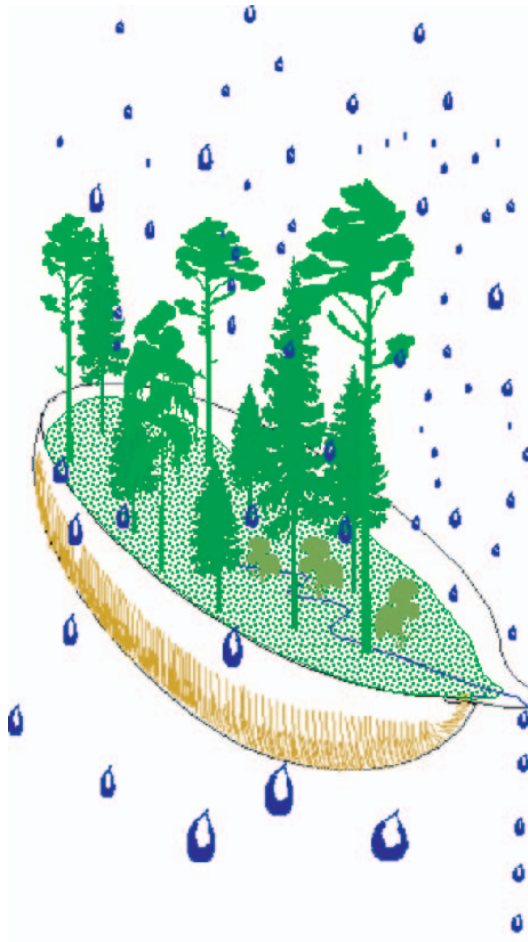




Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2006

Integrated monitoring of the environmental status
in Swedish forest ecosystems – IM

Annual report for 2006



Stefan Löfgren (red.)

Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2006

Integrated monitoring of the environmental status
in Swedish forest ecosystems – IM
Annual report for 2006

Stefan Löfgren (red.)

Institutionen för vatten och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 – 67 31 10
<http://www.ma.slu.se>

Tryck: 100 exemplar, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala, juni 2008.

ISSN: 1403-977X

Förord

Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet genomför Integrerad övervakning av miljö-tillståndet i skogsekosystem (IM) inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till FN-konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL), Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Institutionen för miljöanalys vid SLU (IMA, SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämmningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Utförarna ansvarar för olika delprogram i ett integrerat system där IVL följer depositionen av ämnen, SGU undersöker markens fysikaliska och mineralologiska egenskaper och följer processer i grundvattnet medan IMA, SLU följer klimat och avrinning, markkemi och -biologi, vegetation samt samordnar verksamheterna. Till detta kommer ett särskilt ansvar för IVL vad avser undersökningsområdet Gårdsjön i Bohuslän. Prov- och datainsamling vid detta område genomförs i huvudsak av IVL, Göteborg, med Hans Hultberg som utförare.

Huvudansvariga för IM:s olika delmoment och de som bidrar med data till denna och annan rapportering framgår av nedanstående Tabell:

Samordning och internationella kontakter	Lars Lundin, SLU
Deposition, krondropp	Gunilla Pihl Karlsson, IVL
Meteorologi, hydrologi, datahantering	Lars Lundin, SLU
	Hans Hultberg, IVL
Markemi, biologi, vatten & förnaredbrytning	Lage Bringmark, SLU
Markfysik, grundvatten	Mats Aastrup, SGU
Bäckvatten	Stefan Löfgren, SLU
	Hans Hultberg, IVL
Vegetation inkl. träd, epifytalger & -lavar	Ulf Grandin, SLU

För mer utförlig information om de olika delmomenten hänvisas till dessa personer.

Provtagning och observationer genomfördes i områdena huvudsakligen av Ulla Hageström, Gårdsjön, Kjell Rosén, Aneboda, Per Mossberg, Kindla och Johan Hörnqvist, Gammtratten. Insamlade prover för kemisk analys tas om hand och analyseras av ackrediterade laboratorier vid IVL och IMA, SLU. Tommy Jansson, IMA, Lotta Lewin Pihlblad, SGU och Bo Thunholm, SGU har medverkat i arbetet med att karaktärisera avrinningsområdena och att installera, underhålla och sköta driften av mätutrustning.

Textdelen av föreliggande rapport består av bidrag från Lage Bringmark, Ulf Grandin, Lars Lundin, Stefan Löfgren och Mikael Östlund från SLU samt Therese Zetterberg, Veronika Kronäs och Filip Moldan från IVL. Stefan Löfgren har bearbetat dessa bidrag och färdigställt rapporten i dess nuvarande skick. I rapporten sammanfattas resultaten från de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten under 2006. Alla rådata finns digitalt tillgängliga vid IMA, SLU på <http://info1.ma.slu.se/IM/>.

Stefan Löfgren
19 juni 2008

Innehåll

Förord	i
Innehåll	ii
Sammanfattning	1
Summary	3
1. Övervakningens bakgrund och syfte	5
2. Val av områden och undersökningsmetodik	5
Gårdsjön - SE-04	8
Aneboda - SE-14.....	8
Kindla - SE-15	9
Gammtratten – SE 16.....	9
3. Väderförhållanden 2006	10
4. Vattenbalans 2006	11
5. Modellerad vattenbalans 1997-2006	15
6. Kemiska förhållanden 2006	16
7. Effekter på trädbeståndet i Aneboda av stormen Gudrun	18
8. Naturlig återhämtning från försurning i IM-områdena och framtida utveckling simulerat med MAGIC	20
9. Klimatändringar påverkar avrinning och utlakning	25
10. Återhämtning från försurning i markvattnet	26
11. Marken fortsatt sur	27
Referenser	29
Appendix	31
Appendix (English).....	32

Sammanfattning

Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet genomför Integrerad övervakning av miljö-tillståndet i skogsekosystem (IM) inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till FN-konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL), Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och Institutionen för miljöanalys vid SLU (IMA, SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Syftet är dels att som referensområden ge relevanta bakgrundsdata, dels att söka skilja effekter av mänsklig påverkan från naturlig variation. Modellering för prognostisering av utvecklingen är ett viktigt inslag. IM programmet lämpar sig också väl till testning av modeller. Mätningarna utförs i skyddade områden med lång kontinuitet, utan skogliga aktiviteter. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena. Syftet med IM-övervakningen skiljer sig från syftena med övriga miljöövervakningsprogram genom att IM i detalj skall kunna förklara förändringar i miljön och därmed bidra till tolkningen av resultaten från de mer extensiva programmen.

Föreliggande rapport redovisar undersökningar från år 2006 och inbegriper de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten. Verksamheten under året beskrivs kortfattat i text med glimtar av intressanta resultat som framkommit. Bearbetade resultat återfinns i tabellbilagan i slutet på rapporten.

Mark och vatten i IM-områdena är jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter i bäckvattnet. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för galandande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga metaller uppvisade halter i bäckvattnet i Aneboda under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig förekomst i svensk skogsmark. Gammtratten, som är beläget längst norr ut och har låg depositionsbelastning, är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,6 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet. Jonflödet i Gårdsjön styrs i hög grad av nedfallet av havssalter, medan jonflödet i Aneboda och Kindla påverkas till ungefär lika delar av havssalttillförsel, svaveldeposition och interna biologiska processer. I Gammtratten styrs jonflödena i huvudsak av interna biologiska processer.

Under 2006 var den årliga medeltemperaturen högre än normalt för samtliga IM-områden och överskreds med som mest +2,1 °C vid Gammtratten. För Kindla och Aneboda var överskottet +1,6 °C respektive +0,5 °C. Vid Gårdsjön saknades data under tre vintermånader och års-medeltemperaturen kunde ej beräknas. Nederbörden var högre än normalt i samtliga områden förutom Aneboda. I Kindla och Gammtratten var överskottet drygt 100 mm mer än normalt och stora nederbörds mängderna i oktober till december i Gårdsjön gav 426 mm mer än normalt. Avrinningsregimen var däremot normal för Gårdsjön med stor avrinning vår, höst och vinter. Vid Aneboda var avrinning tämligen jämt fördelad under året men med något lägre värden årets tre första månader och på sommaren. Bergslagsområdet Kindla har vanligtvis en utpräglad vårflood och tämligen höga vattenflöden i samband med höstregn. Under 2006 var dock avrinning betydligt lägre än normalt i början på hösten. I Gammtratten

dominerande vårfloden i april-maj och avrinningen under oktober-december. I stort uppvisade avrinningen 2006 tämligen regiontypiska mönster.

Aneboda ligger inom det område som drabbades av stormen Gudrun den 8-9 januari 2005. En kvantitativ sammanställning av hur mycket träd som blåste omkull visade att lågor utgjorde 24 % av alla stående och liggande träd i området 2006. Volymen på lågorna nästan tredubblats mellan 2001 och 2006. Totalvolymen lågor uppgick till 1910 m³ i hela avrinningsområdet, vilket motsvarar en box med sidorna 12,4 meter eller ungefär ett fyravåningshus med tre små lägenheter i varje våning. I den boreala skogen räknar man med att det tar mellan 70 och 90 år för en låga att försvinna helt och hållet. Utgående från detta så kommer effekter av stormen Gudrun att synas under mycket lång tid framöver.

De klimatmodeller som används för att simulera framtida klimat indikerar en ökad frekvens av extrema förhållanden såsom höga flöden och torra perioder. Om dessa scenarier är riktiga kommer utlakningsmönstret för många ämnen att förskjutas och infalla under andra tider på året än vad vi är vana vid. Det kan också påverka intensiteten d.v.s. storleken på utlakningen. Resultat från Kindlaområdet indikerar att det kan bli ökad utlakning höst och vinter av bl.a. organiskt material i framtiden.

Tack vare minskade luftutsläpp av svavel har försurningen avstannat och den naturliga återhämtningen påbörjats. MAGIC-simuleringar indikerar att inom loppet av 25-30 år kommer koncentrationen av oorganiskt aluminium (Al_i) att ligga under gränsen 50 µg/l (gränsen för höga halter Al_i enligt Naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder) i bäckvattnet i båda de starkt försurade IM-områdena Gårdsjön och Kindla. Däremot är det enligt modellen tveksamt om pH och ANC kommer att återfå förindustriella värden inom en rimlig framtid, med undantag av Gammtratten.

Jämförelse av resultaten från två markkemiska studier utförda med ca 10 års mellanrum i Gårdsjön respektive Aneboda visar att marken är tröga system och att det är svårt att tolka de olika trenderna i parametrarna kopplade till markförsurning. De markvattenkemiska undersökningarna i bl.a. Kindla visar dock mycket tydlig återhämtning från försurningen i marklösningen.

Summary

The Swedish Environmental Protection Agency (SEPA) conducts Integrated Monitoring (IM) of the environmental status in forest ecosystems within the "Forest" part of Sweden's national environmental monitoring program. The monitoring is related to the Convention "Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979" (UN/ECE). The Swedish Environmental Research Institute (IVL), the Swedish Geological Survey (SGU) and the Department of Environmental Assessment at the Swedish University of Agricultural Sciences (IMA, SLU) perform the investigations on behalf of the SEPA.

The monitoring program includes ecosystem studies at drainage basin level with determinations of hydrological and chemical budgets as well as effects on biota, primarily the vegetation and studies of soil processes. The aims are to collect relevant background data from reference areas that can be used to separate anthropogenic disturbance of the ecosystem by air pollution from natural variation. Model simulations for prognoses of future environmental status are an important part of the program. IM also furnish possibilities to test models. The IM sites are located in protected areas where there has been little forestry activity for many decades. Atmospheric deposition of pollutants and anthropogenically induced climate change are the only human disturbances within the IM sites.

This report documents the investigations performed in 2006 on the four IM-sites Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten. The results are briefly described in the text, along with some highlights from the year's results. The entire set of results is included in appendixes at the end of the report.

The IM sites are base poor with permanently acidic conditions and high aluminium concentrations in soil water, groundwater and streams. Only Gammtratten exhibited inorganic aluminium concentrations at levels below those reported to be harmful to gill breathing organisms such as fish (Lydersen et al. 2002). The other metals exhibited stream water concentrations below biologically harmful levels. All sites had low concentrations of inorganic nutrients. The coastal near location was reflected in the water chemistry at Gårdsjön, while the high concentrations of organic matter influenced the water quality at Aneboda. The water chemistry at Kindla seems to mirror shallow groundwater flow paths, which is common for Swedish forests. Gammtratten is the least acid area with an average pH of 5.6 and frequently occurring hydrogen carbonate in the stream water. At Gårdsjön, the ion fluxes were dominated by Na and Cl from the precipitation of sea spray, while the ion fluxes at Aneboda and Kindla were equally influenced by sea salt, sulphur deposition and internal biological processes. Organic matter played a significant role at Aneboda. At Gammtratten, internal biological processes determined the ion fluxes.

During 2006, the annual average temperatures were higher than normal at all IM sites and was exceeded by +2,1°C at Gammtratten. At Kindla and Aneboda, the temperatures were +1,6 °C and +0,5 °C higher than normal, respectively. The annual mean temperature could not be estimated at Gårdsjön due to lack of data from three winter months. The annual precipitation was higher than normal at all sites except Aneboda. At Kindla and Gammtratten, the exceedence was approximately 100 mm, while heavy rains in especially October-December resulted in an excess amount of 426 mm at Gårdsjön. Runoff at Gårdsjön was normal, however, with high flows in spring, autumn and winter. At Aneboda, runoff was relatively evenly distributed throughout the year, at somewhat lower levels during the first three months of the year and in summer. Generally, Kindla exhibits spring flood episodes and relatively high runoff connected to the autumn rains, but the autumn flow was lower 2006 than normal. At Gammtratten, the spring flood dominated in April-May and during the autumn rains in

October-December. In general, the runoff patterns agreed well with the typical regional patterns.

Aneboda is situated in the region, which was hit 8-9 January 2005 by the hurricane Gudrun. A quantitative estimate of how much trees that was blown down indicates that 24 % of the stand (sum of standing and fallen trees) were fallen logs. The volume of fallen trees had almost tripled between 2001 and 2006. The total volume of logs was estimated to 1910 m³ in the catchment, corresponding to a box of 12.4m or a four flat house with three small apartments at each flat. In boreal forests, it generally takes 70 to 90 years for dead trees to decompose. Hence, the effects caused by the hurricane Gudrun will be visible many years in the future.

The climate models used to simulate the future climate indicate an increased frequency of extreme weather events such as high flows and dry periods. If these scenarios are correct, the leakage patterns will change for many substances, causing seasonal delays and peaks during time periods we are not used to. The intensity, i.e. the amounts of substances leaked, might also be influenced. Results from the Kindla region indicate that the leakage of organic matter might increase in the future especially in autumn and winter.

As a result of the reduced sulphur emissions, the stream water acidification has ceased and the recovery has started. MAGIC simulations indicate that within 25-30 years, the concentrations of inorganic aluminium will decrease to levels below 50 µg/l, (proposed limit by the Swedish Protection Agency for high concentrations) in the streams at the heavily acidified Gårdsjön and Kindla. According to the model it is not probable, however, that pH and ANC will reach pre-industrial levels within a reasonable time perspective. The very limited acidified Gammtratten is an exception.

Results from two soil investigations performed with about 10 years interval at Gårdsjön and Aneboda, respectively, show that the solid soils are well-buffered systems and that it is difficult to interpret the trends connected to the different soil acidification parameters. The soil water monitoring at Kindla, however, clearly demonstrates recovery from acidification in the soil solution.

1. Övervakningens bakgrund och syfte

Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötillståndet (IM) i fyra skogsekosystem inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). Konventionsarbetet är organiserat i ett antal arbetsgrupper, varav den effekterelaterade omfattar sex övervakningsprogram (ICP) och Task Force on Health. IM utgör en av dessa och tjugotvå av Europas länder deltar. Sverige är ordförandeland medan Finland samordnar datainsamlingen och den årliga internationella rapporteringen (ICP IM Annual Report). Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder skall genomföra. Sverige har dessutom valt att utföra några frivilliga delprogram, bl.a. studier av metaller, skogsskador, algpåväxt på barr och förnandedbrytning.

Övervakningen är inriktad mot att studera miljöeffekter och att undersöka konsekvenserna för hela ekosystemet av depositionen av kväve, svavel och tungmetaller. Det övergripande syftet med övervakningen i Sverige är att:

- i små, väldefinierade avrinningsområden samordna mätningar och utvärderingar så att samhällets behov av detaljerad kunskap och prognoser långsiktigt kan tillgodoses m. a. p. förurning, eutrofiering och metallpåverkan i typiska, svenska skogsekosystem,
- tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan användas som underlag för att optimera miljöförbättrande åtgärder,
- tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta tolkningen av resultat från andra miljöövervakningsprogram eller forskningsprojekt,
- generera underlag till utveckling av modeller för att beräkna t. ex. kritiska belastningsnivåer (Critical Loads/Levels) och framtida miljötillstånd,
- sprida kunskap till allmänheten om vilka processer som påverkar miljötillståndet i skogen.

Miljöövervakningen utförs på avrinningsområdesnivå med bestämmningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Mätningarna används för att särskilja effekter av mänsklig påverkan från naturlig variation. Prognostisering av utvecklingen med hjälp av matematiska modeller är ett viktigt inslag. Områdena ligger i skyddade naturmiljöer med lång kontinuitet, utan skogsbruksåtgärder. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena.

För att kunna uppfylla målsättningarna med programmet måste övervakningen vara långsiktig. IM-övervakningen skiljer sig från övriga miljöövervakningsprogram genom att IM i detalj skall kunna förklara förändringar i miljön. IM-programmet bör på sikt också kunna inrymma övervakning av klimatförändringar, ozon samt persistenta organiska föreningar (POP) och deras effekter på biotan.

2. Val av områden och undersökningsmetodik

Målsättningen att på ekosystemnivå följa vattenomsättning och biogeokemiska processer för att försöka förklara observerade effekter på biota kräver kvantitativa bestämmningar av inflöde, förråd och utflöde. För en utförlig redovisning av den metodik som används hänvisas till IM-manualen (http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm, EDC 1993, SYKE 1998).

De bestämningar som görs i avrinningsområdet omfattar klimatologiska och fysikaliska förhållanden (t.ex. berggrund, jordlager och vatten), kemiska förhållanden i mark, vatten och vegetation samt biologiska förhållanden (t.ex. flora och beståndsdata). De processer som studeras är deposition, vittring, omsättning och utbyte i marken av vatten och kemiska ämnen, avdunstning och gasutbyte, upptag i levande biomassa och utflöden i avrinnande vatten från området. De övergripande samband som nyttjas är vattenbalans och hydrokemiska budgetar;

$$P = E + R + \Delta S$$

där P = nederbörd,
 E = avdunstning,
 R = avrinning och
 ΔS = ändring i vattenmagasin;

$$DEP + WEATH = UPTAKE + LEACH + \Delta POOL$$

där DEP = deposition av ämnen,
 $WEATH$ = vittring,
 $UPTAKE$ = vegetationupptag,
 $LEACH$ = utlakning och
 $\Delta POOL$ = ändring i förråd

Övervakningen av ekosystemets olika delar görs inom väldefinierade små avrinningsområden. Området bör vara så homogent som möjligt vad avser geologi och vegetation. Det bör vara i storleksordningen 10-100 ha och inneslutas av en likartad omgivning för att eliminera randeffekter. Området bör vara typiskt för regionen. Det bör ha lång kontinuitet utan skogliga åtgärder och vara fritt från störande aktiviteter, något som bäst tillgodoses i naturskyddade reservat. Området skall avvattnas av en bäck, vara fritt från sjöar och ha liten andel myrmark. Avstånd till förorenande aktiviteter och utsläpp bör vara > 50 km. Det bör också ligga så långt från havet att direkt inverkan därifrån är starkt reducerad.

I Sverige genomfördes en omfattande förändring av miljöövervakningen 1995, vilket innebar att fyra IM-områden utsågs. Dessa har successivt byggts upp. Aneboda (SE-14) etablerades 1996, Kindla (SE-15) etablerades 1997 medan Gammtratten (SE-16) etablerades under 1999. Området vid Gårdsjön (SE-04) har däremot lång kontinuitet med mätningar sedan 1970. Områdena är likartade och domineras av barrskog främst gran (Tabell 1), men lokaliserade till regioner med olika klimat och depositionsförhållanden (Figur 1). Föreliggande rapport behandlar resultaten från 2006.



Figur 1. De svenska IM-områdenas lokalisering.
Location of the Swedish IM sites.

Tabell 1. Arealer och andelar i IM-områdena (växtsamhällen enl. Nordiska Ministerrådet 1994).
Areas at the IM sites (communities according to Nordic Council of Ministers 1994).

	Aneboda		Gårdsjön		Kindla		Gammtratten	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Granskog av blåbärsristyp (<i>Vaccinium myrtillus-spruce forest</i>)	14,5	76,3	2,0	56,2	13,1	64,2	7,4	18,7
Sumpgranskog (<i>wet spruce forest</i>)	2,7	14,2	0,4	11,0	4,6	22,6	3,8	9,6
Barrblandskog av blåbärsristyp (<i>Vacc. myrt. and mixed conifers</i>)	1,1	5,8	0,3	8,1	1,0	4,6	25,3	63,9
Öppet kärr (<i>open mire</i>)	0	0	0	0	0,2	1,3	1,7	4,3
Planterad tallungskog (<i>young pine stand</i>)	0	0	0,5	15,4	0	0	0	0
Öppen fastmark (<i>open well-drained soils</i>)	0	0	0,2	4,5	0,4	2,0	0,7	1,8
Övrigt (<i>other</i>)	0,6	3,7	0,2	4,8	1,1	5,3	0,7	1,8
Avrinningsområdet total area (<i>catchment total area</i>)	18,9	100	3,6	100	20,4	100	39,6	100

Gårdsjön - SE-04

IM-området i Gårdsjön är ett litet avrinningsområde (F1) om knappt 0,04 km², dominerat av tunna (0-0,7 m) moräntäcken med hög frekvens sten och block. Området är ett av flera som undersöks med inriktning på terrester och hydrologisk forskning. Undersökningarna har pågått sedan 1970. Gårdsjön har ingått som IM-område sedan 1991. Området har varit skogklätt under hundratals år men avverkades i början av 1900-talet. Gallring utfördes 1968. Cirka 0,5 hektar i sydöstra delen av avrinningsområdet avverkades 1980 och återplanterades därefter med tall. Ett mindre område i söder (0,2 ha) ingår i en större kalyta som togs upp under 1990-talet. Boskap har betat i området fram till 1950-talet.

Läge:	Västkusten, Bohuslän, Västra Götalands län
Lat./Long:	N 58° 03' ; E 12° 01'
Rikets nät:	644295; 127668
Kartblad:	Göteborg 7B NO
Area:	3,7 ha
Altitud:	114-140 m ö.h.
Berggrund:	Yngre gnejsiga granodioriter
Årsmedeltemperatur:	+ 6,7 °C (3)
Nederbörd:	1000 mm
Avdunstning:	480 mm
Avrinning:	520 mm

Aneboda - SE-14

IM-området i Aneboda är ett 0,2 km² stort avrinningsområde mitt på Sydsvenska höglandet. Boskap har under flera århundraden nyttjat området, som sannolikt kalavverkades i mitten av 1800-talet med spontan skogsåterväxt därefter. Under tiden 1940-1955 gjordes tidvis gallringar. Undersökningar avseende mark, vegetation och vatten har pågått sedan 1982. Aneboda etablerades som IM-område 1995. Området utgörs av småbruten, ställvis mycket stor- och rikblockig morän med relativt stort inslag av fuktiga och blöta marktyper. Skogen domineras av gran med inblandning av främst tall, bok och björk. Det bör påpekas att boken föryngrar sig väl.

Läge:	Sydsvenska höglandet, Småland, Kronobergs län
Lat./Long:	N 57° 05' ; E 14° 32'
Rikets nät:	633255; 142407
Kartblad:	Växjö 5E NV
Area:	18,9 ha
Altitud:	210-240 m ö.h.
Berggrund:	Granit
Årsmedeltemperatur:	+ 5,8 °C (3)
Nederbörd:	750 mm (4)
Avdunstning:	470 mm
Avrinning:	280 mm

Kindla - SE-15

IM-området i Kindla är ett 0,2 km² avrinningsområde i centrala Bergslagen. Regionen karakteriseras av småkullig terräng och större höjder. Barrskog med inslag av sumpskog dominerar. En liten öppen myr finns. Området är kuperat med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom avstånd av endast 200 m. Skogen domineras av ca 100 årig, ogallrad gran. Många kolbottnar i området visar att skogen under tidigare sekler nyttjats till träkolframställning och alltså varit kalavverkat i omgångar. Kindla etablerades som IM-område 1996.

Läge:	Bergslagen, Västmanland, Örebro län
Lat./Long:	N 59° 45' ; E 14° 54'
Rikets nät:	662650; 144950
Kartblad:	Filipstad 11E NV
Area:	20,4 ha
Altitud:	312-415 m ö.h.
Berggrund:	Filipstadsgraniter
Årsmedeltemperatur:	+ 4.2 °C
Nederbörd:	900 mm
Avdunstning:	450 mm
Avrinning:	450 mm

Gammtratten – SE 16

IM-området i Gammtratten är ett 0,4 km² stort avrinningsområde 10 mil från N Kvarnenkusten i höjd med Umeå. Det ligger inom den mellanboreala zonen och landskapet karakteriseras som Norrlands vågiga bergkullterräng. Området är en mot sydost sluttande dalsänka mellan bergen Gammtratten (578 m) i öster och Siberget (530 m) i väster. I sluttningarnas nedre del och i botten av sänkan finns flera mindre, mestadels trädbevuxna myrar. Nedre delen av sänkan domineras helt av gran, medan tallen är riklig i sluttningarnas övre delar. Glasbjörk förekommer nästan överallt, asp och sälg här och var. Skogen är till mindre omfattning påverkad av skogsbruksåtgärder. Omkring 1900 fälldes ett antal större tallar, s.k. dimensionsavverkning, i de centrala delarna, särskilt sydväst om bäcken. Omkring 1990 låggallrades 6 hektar i avrinningsområdets nedre, sydvästra del, varav knappt 1 ha slutavverkades och planterades med gran. Låggallring innebär att mindre träd avverkas. På grund av brand, som dödat granen, finns tämligen rikligt med äldre tallar – den äldsta borrade från mitten av 1500-talet – medan granarna som regel är 100-150 år. Det finns rikligt med spår efter bränder från 1890-talet och bakåt i tiden.

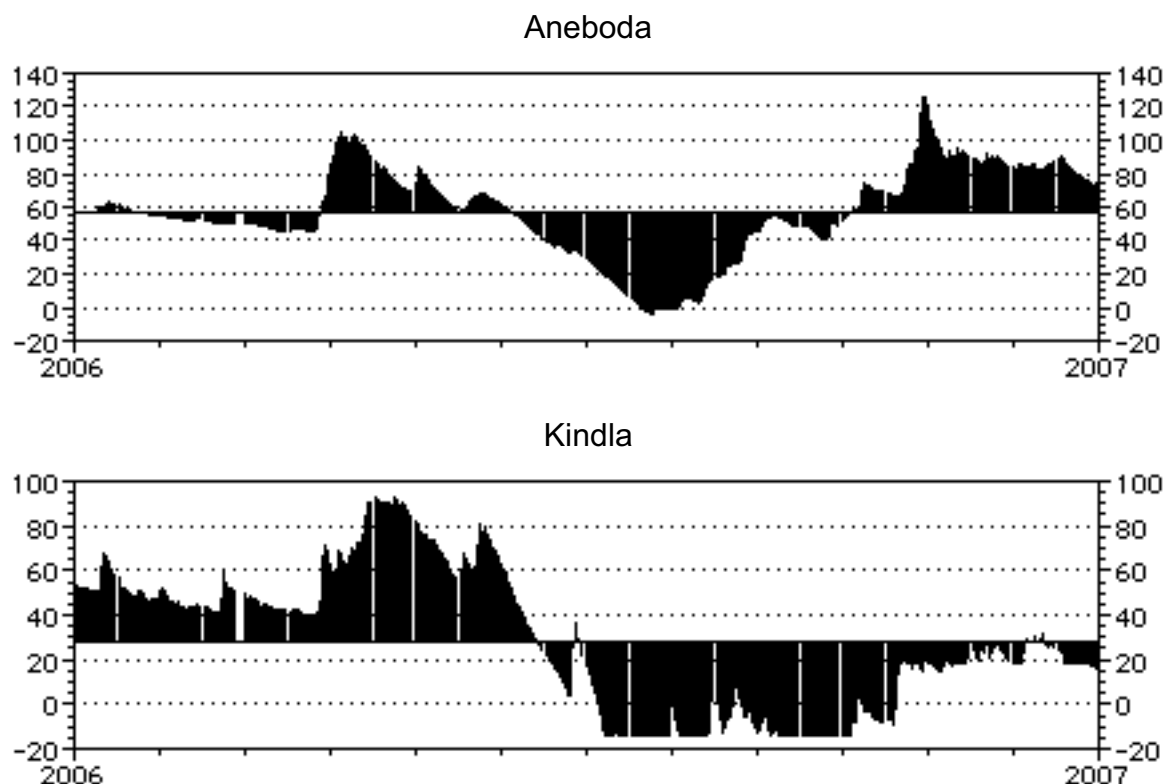
Läge:	Norra Ångermanland, Västernorrlands län
Lat./Long:	63°51' N, 18°06' E
Rikets nät:	X 70 85 71, Y 16 14 10
Kartblad:	20 I NV Björna
Area:	39,6 ha
Altitud:	högsta 545 m, lägsta 410 m
Berggrund:	Rätangranit eller liknande
Årsmedeltemperatur:	+1,2°C
Nederbörd:	750 mm
Avdunstning:	370 mm
Avrinning:	380 mm

3. Väderförhållanden 2006

Under 2006 var den årliga medeltemperaturen högre än normalt för samtliga IM-områden och överskreds med som mest $+2,1^{\circ}\text{C}$ vid Gammtratten ($+2,7^{\circ}\text{C}$ mot normala $+0,6^{\circ}\text{C}$). För Kindla var överskottet $+1,6$ grader och medeltemperaturen uppmättes till $+5,5^{\circ}\text{C}$. Vid Aneboda var temperaturöverskottet $+0,5^{\circ}\text{C}$ jämfört med långtidsmedelvärdet på $+6,4^{\circ}\text{C}$. Detta ligger nära resultaten från 2003 och 2004 då ett litet temperaturunderskott noterades. Vid Gårdsjön förekom bortfall av data under tre vintermånader och en rättvisande årsmedeltemperatur kan ej beräknas för 2006. Med undantag av Gammtratten, var våren kallare än normalt medan sensommar och höst uppvisade temperaturöverskott i samtliga områden. Vid Gammtratten var bilden mer varierad, men vintermånaderna visade temperaturöverskott med upp till $+9^{\circ}\text{C}$. Trots det låg temperaturen vanligtvis på minussidan (Figur 3).

Nederbördsmätningarna visade på högre nederbörd än normalt i samtliga områden förutom Aneboda. I Kindla och Gammtratten var överskottet drygt 100 mm mer än normalt. Vid Gårdsjön var nederbördsmängderna mycket höga i oktober till december, vilket resulterade i ett årligt överskott på hela 426 mm jämfört med normalt. Detta trots liten nederbörd januari till mars men med överskott även under april-maj och juli-augusti. Vid Aneboda var nederbörden drygt 90 mm lägre än normalt med underskott samtliga månader förutom april-maj, augusti och oktober. Särskilt de båda senare månaderna hade relativt hög nederbörd. Den blöta våren och hösten återspeglades väl i grundvattennivåerna i området (Figur 2). För Kindla och Gammtratten var nederbördsförhållandena likartade med låg nederbörd i juni och juli medan oktober utmärkte sig som regnig (Figur 3). Grundvattennivåerna i Kindla visade dock att oktoberregnen inte kunde kompensera för sommarens och september månads underskott och låga grundvattennivåer uppmättes från och med juli och året ut (Figur 2).

Nederbördsmönstret 2006 avviker från de två föregående åren då höstarna var relativt torra medan överskott noterades under sommaren. För 2006 var sommaren relativt torr medan slutet av året blev blötare.



Figur 2. Dagliga grundvattennivåer (cm) i Aneboda och Kindla under 2006. Medelnivån under året var ca 145 cm och ca 240 cm under markytan vid mätstationerna i Aneboda respektive Kindla. I figuren anges grundvattennivån relativt medelnivån för tryckgivarna på 200 cm och 268 cm markdjup i Aneboda respektive Kindla.
Daily groundwater levels (cm) at Aneboda and Kindla during 2006. The annual mean level was ca 145 cm and ca 240 cm below soil surface at the sampling sites at Aneboda and Kindla, respectively. In the figure, the groundwater levels are relative to the pressure detectors at 200 cm and 268 cm soil depth at Aneboda and Kindla, respectively.

4. Vattenbalans 2006

Vattenbalansen för IM-områdena 2006 visar en årsavrinning på 366 mm i Aneboda och 753 mm vid Gårdsjön. Detta speglar den variation som förekommer mellan Västkusten och inre Småland och noterades även föregående år. Både vid Kindla och Gammtratten uppgick avrinningen till ca 500 mm (Tabell 2). Avrinningen utgjorde 43-66% av årsnederbörden. Andelen var högst i Gammtratten dels på grund av lägre temperatur och avdunstning än längre söderut och dels på grund av den intensiva avrinningen under snösmältningen. För Gårdsjön var andelen 55% främst orsakad av hög avrinning under april och hösten-vintern. Under 2004 och 2005 var skillnaden i avrinningens andel av nederbörden något mindre med ett intervall om 35-61%.

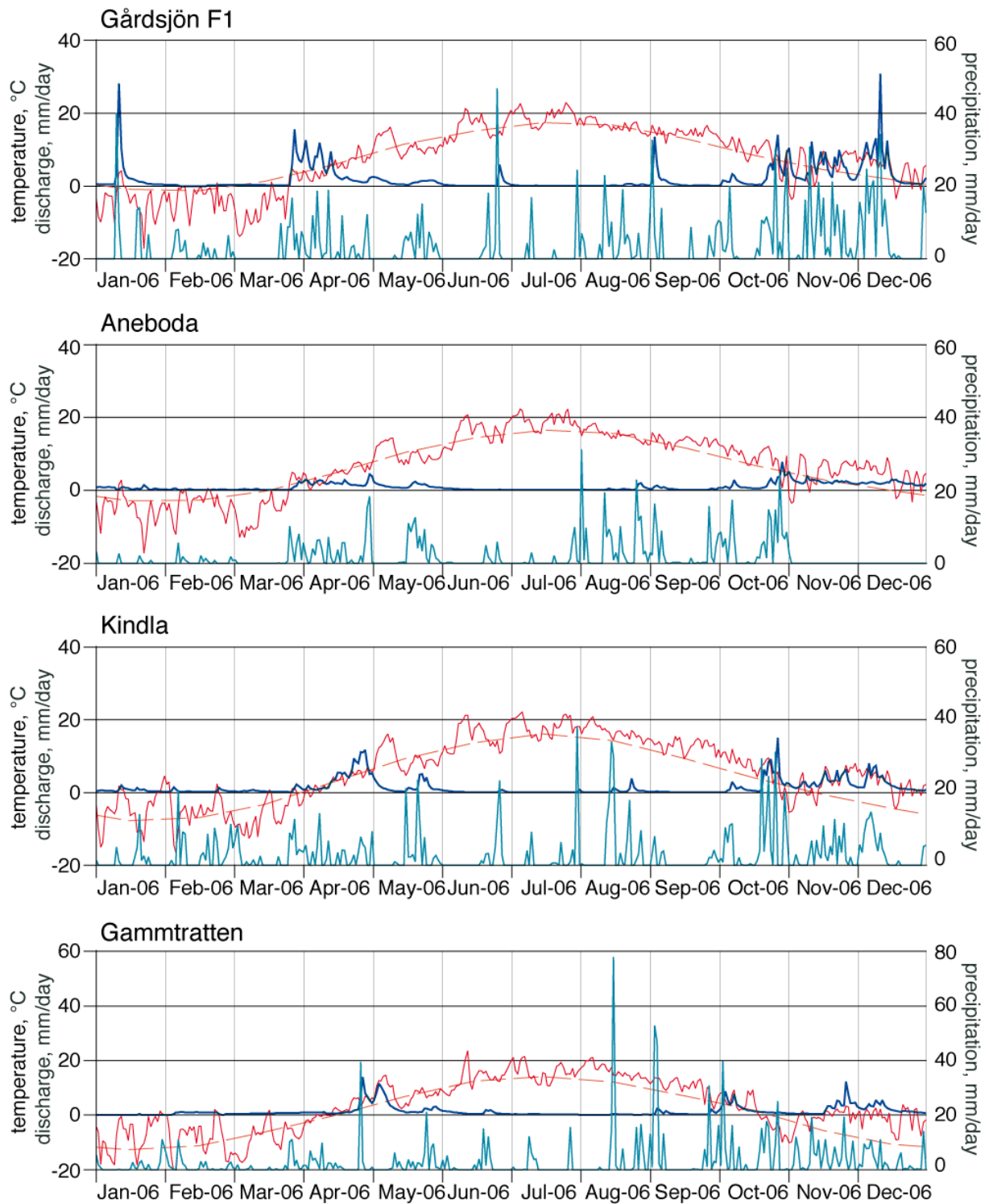
Skillnaden mellan nederbörd (P) och avrinning (R) består av avdunstning inklusive förändringar i markvatten- och grundvattenmagasinet. Under 2006 varierade denna skillnad mellan 34% och 57% av årsnederbörden, vilket var lägre än året innan. Aneboda och Kindla uppvisade värden över 50% medan det var 45% i Gårdsjön (Tabell 2). Vid Gammtratten var motsvarande värde endast 34%, vilket motsvarade 258 mm. Överensstämmelsen mellan områdena är i stort sett bra men kronavdunstningen i Aneboda var anmärkningsvärt låg (227 mm) och jämförbar med den låga kronavdunstningen i Gammtratten (203 mm). Stormen Gudrun orsakade betydande stormfällningar i krondroppslinjen i Aneboda, vilket sannolikt bidragit till den låga kronavdunstningen. Den relativt låga kronavdunstningen i Gammtratten förklaras dels av klimatläget och dels av ett tämligen glest trädbestånd.

Avrinningsregimen var normal för Gårdsjön med stor avrinning vår, höst och vinter (Figur 4). Decemberavrinningen var högre än normalt men nederbörden var den månaden exceptionellt hög. Vid Aneboda var avrinning tämligen jämt fördelad under året men med något lägre värden årets tre första månader och på sommaren. Högst avrinning uppmättes under april-maj och oktober-december. Bergslagsområdet Kindla har vanligtvis en utpräglad vårflod och tämligen höga vattenflöden i samband med höstregn. Under 2006 var det dock en anmärkningsvärt lång period, juni, juli och september, med tämligen lite nederbörd, vilket orsakade en mycket begränsad avrinning i början på hösten (Tabell 2). I Gammtratten dominerande vårfloden i april-maj och avrinningen under oktober-december. Sommarnederbörden uppvisade låg avrinningen. Under 2005 var avrinningen i alla områdena tämligen jämt fördelade under året, medan 2006 uppvisade mer regiontypiska avrinningsmönster.2006

Tabell 2. Sammanfattning av 2006 års vattenbalanser i IM-områdena.
 Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.
Compilation of the 2006 water balances for the four Swedish IM sites.
Nederbörd, P – Precipitation, Krondropp, TF – Throughfall,
Kronavdunstning - Interception, Avrinning, R – Water runoff

	Gårdsjön SE04		Aneboda SE14		Kindla SE15		Gammtratten SE16	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd ¹ , öppet fält, P	1377	100	857	100	1083	100	749	100
Krondropp ¹ , TF	913	66	630	74	716	66	546	73
Kronavdunstning, P-TF	464	34	227	26	367	34	203	27
Avrinning, R	753	55	366	43	510	47	492	66
Nederbörd – avrinning, P-R	624	45	491	57	573	53	258	34

¹ Uppmätta värden av IVL.



Figur 3. Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje) under 2006. Streckad röd linje är medeltemperaturen (1961-1990) från referensstationerna Alvhem (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knön (Kindla) och Fredrika (Gammtratten).
Daily values (mm/day) on precipitation (turquoise line), discharge (blue line) and temperature (red line) during 2006. Broken red line shows long-term average (1961-1990) from the reference stations Alvhem (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knön (Kindla) and Fredrika (Gammtratten).

Tabell 3. Modellberäknade vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2006. Vattenbalansen är osäker för Gammtratten, vilket bl.a. framgår av den extremt höga avrinningen år 2000 (Löfgren 2002).
Modelled water balances (mm) for the IM sites 1997-2006.

Station	År	Nederbörd ¹⁾	Avdunstning ²⁾	Avrinning ³⁾	Markvatten ⁴⁾	Snö ⁵⁾
Gårdsjön	1997	1015	513	483	16	-2
Gårdsjön	1998	1222	526	704	1	-3
Gårdsjön	1999	1385	548	833	4	2
Gårdsjön	2000	1319	570	765	-12	-1
Gårdsjön	2001	954	548	408	-2	0
Gårdsjön	2002	1191	530	619	-1	32
Gårdsjön	2003	986	486	514	-37	27
Gårdsjön	2004	1132	513	613	6	5
Gårdsjön	2005	1022	565	464	-21	21
Gårdsjön	2006	1337	587	755	13	-25
Medel		1156	539	616		
Aneboda	1997	675	408	261	20	-22
Aneboda	1998	873	460	401	11	3
Aneboda	1999	821	461	347	-2	16
Aneboda	2000	927	533	383	18	-5
Aneboda	2001	748	471	322	-62	13
Aneboda	2002	859	461	421	6	-30
Aneboda	2003	834	507	308	20	0
Aneboda	2004	1013	523	489	5	-2
Aneboda	2005	734	448	309	-28	6
Aneboda	2006	675	448	258	-24	-9
Medel		816	472	350		
Kindla	1997	850	409	350	2	88
Kindla	1998	857	414	508	27	-87
Kindla	1999	951	463	430	-10	70
Kindla	2000	1219	501	767	-9	-46
Kindla	2001	788	412	407	-3	-34
Kindla	2002	840	409	392	-1	39
Kindla	2003	827	453	400	35	-58
Kindla	2004	890	458	446	-14	1
Kindla	2005	907	463	399	-14	55
Kindla	2006	1046	486	618	3	-67
Medel		918	447	472		
Gammtratten	1997	706	402	392	-4	-84
Gammtratten	1998	994	453	586	14	-67
Gammtratten	1999	979	456	520	-9	13
Gammtratten	2000	1397	515	906	18	-46
Gammtratten	2001	1135	454	593	-22	109
Gammtratten	2002	720	413	367	1	-61
Gammtratten	2003	990	474	518	4	-7
Gammtratten	2004	954	480	477	0	-3
Gammtratten	2005	1009	532	500	0	-26
Gammtratten	2006	1107	436	598	40	27
Medel		999	462	546		

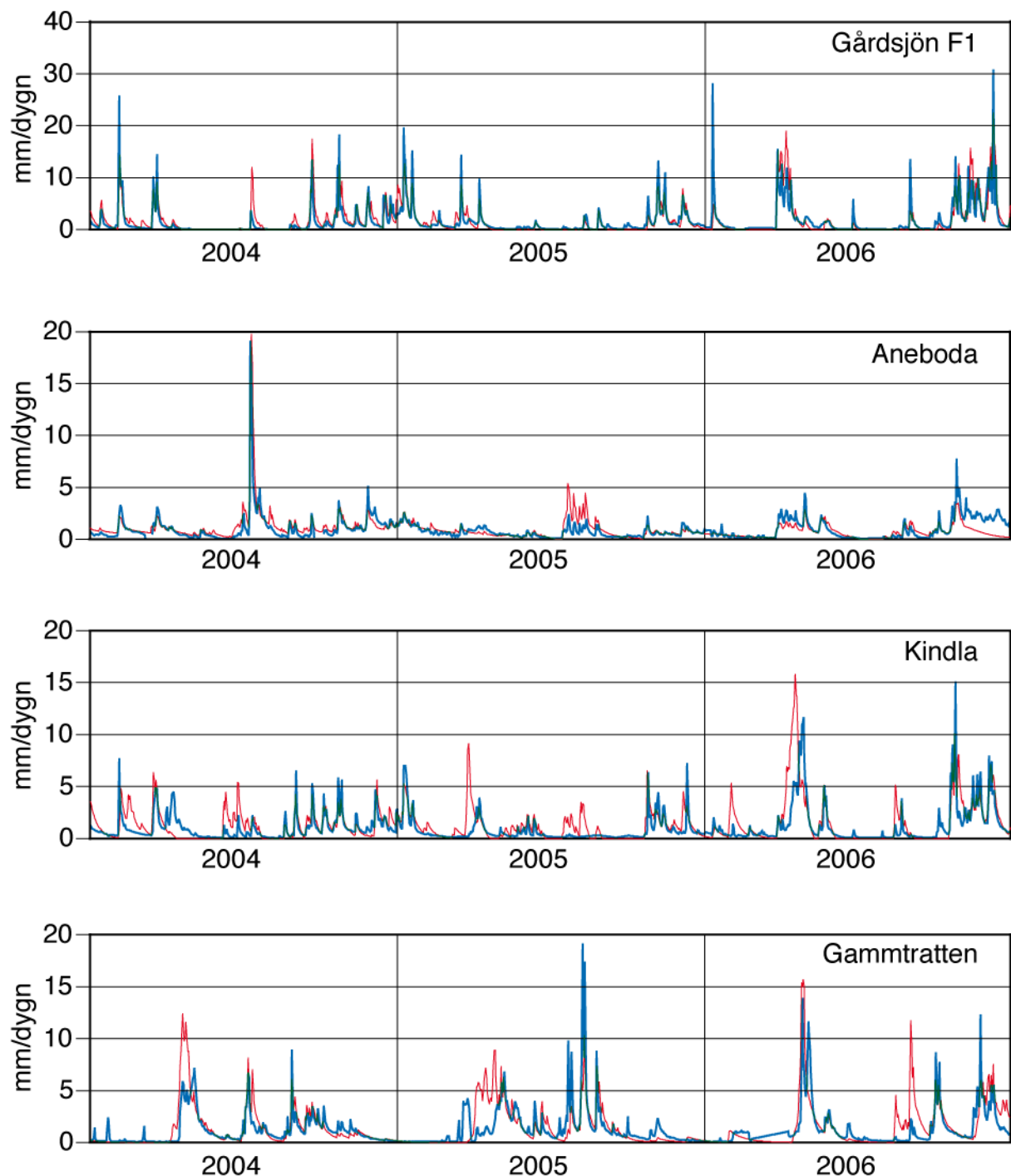
¹⁾ Korrigerad dygnsnederbörd i Gårdsjön, IVL i Aneboda, Nyberget respektive Fredrika

²⁾ Avdunstning enligt modellen

³⁾ Avrinning enligt modellen

⁴⁾ Markvattenhalt vid slutet av året minus markvattenhalt vid början av respektive år

⁵⁾ Snöns vattenekvivalent vid slutet av året minus vattenekvivalenten vid början av respektive år



Figur 4. Modellerad (röd linje) och observerad (blå linje) avrinning från IM-områdena 2004-2006.
Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites in 2004-2006.

5. Modellerad vattenbalans 1997-2006

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en simuleringsmodell (Q-modellen, Kvarnäs 2000). I Figur 4 visas några resultat från kalibreringsarbetet med Q-modellen. I modellen beräknas avdunstningen som potentiell evapotranspiration reducerad med avseende på modellerad markvattenhalt. Dygnsdata på nederbörd och temperatur driver modellen. Osäkerheten i nederbördsdata är vid modellberäkningarna helt avgörande för avdunstningen eftersom modellen kalibreras mot avrinningen och avdunstningen blir något av en "restterm". Simulerade årsvisa vattenbalanser under perioden 1997-2006 har med undantag för Gammtratten gett god överensstämmelse mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Tabell 2&3). Orsaken

till detta är bl.a. att Q-modellen drivs med vädret vid SMHI-stationen Fredrika, som avviker betänkligt från de värden som uppmäts i IM-området (jfr. t.ex. nederbörd i Tabell 2&3).

6. Kemiska förhållanden 2006

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 2006 baseras på de medelhalter som finns redovisade i tabellbilagan till denna rapport. För närmare beskrivning av antalet observationer, statistisk spridning etc. hänvisas till dessa tabeller.

Svaveldioxidhalterna i luft låg under 2006 nära de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996 (i Gammtratten påbörjades mätningarna 1999). I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån $0,4\text{--}0,5\ \mu\text{g SO}_2\ \text{m}^{-3}$ och i Kindla och Gammtratten ca $0,35\ \mu\text{g SO}_2\ \text{m}^{-3}$. Kvävedioxidhalterna i luft låg ca $0,1\ \mu\text{g NO}_2\ \text{m}^{-3}$ under långtidsmedelvärdet i Gårdsjön, medan de låg på samma nivå i de övriga tre områdena. Ozonhalterna i Gårdsjön har sedan 2002, då mätningarna påbörjades, visat tämligen konstanta nivåer på ca $50\ \mu\text{g O}_3\ \text{m}^{-3}$. Men med tanke på den korta mätperioden är det för tidigt att uttala sig om eventuella trender, då den naturliga mellanårsvariationen är stor beroende på skiftande väderförhållanden.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på $1,1\text{--}2,4\ \text{mS m}^{-1}$. Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca $4,9\ \text{mS m}^{-1}$, att jämföra med ca $3\ \text{mS m}^{-1}$ i Aneboda och Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast $1,6\ \text{mS m}^{-1}$ i krondroppet, vilket var $0,5\ \text{mS m}^{-1}$ lägre än på öppet fält, indikerande marginell påverkan av havssalt och ett eventuellt upptag av joner i trädkronorna. Markvatten, grundvatten och bäckvatten hade endast $0\text{--}0,6\ \text{mS m}^{-1}$ högre jonstyrka än krondroppet i Kindla och Gammtratten, vilket indikerar snabba transportvägar i marken och kort tid för modifiering av nederbördsvattnet. I Gårdsjön och Aneboda var ledningsförmågan $1,3\text{--}3,6\ \text{mS m}^{-1}$ respektive $2,9\text{--}6,0\ \text{mS m}^{-1}$ högre i dessa medier jämfört med krondroppet, vilket indikerar större påverkan från markkemiska processer särskilt i Aneboda.

Kiselhalterna i mark- och grundvatten i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten låg normalt i intervallet $2\text{--}6\ \text{mg L}^{-1}$. I Aneboda observerades $7\text{--}8\ \text{mg Si L}^{-1}$ i bäcktorven och grundvattnet i utströmningsområdet, vilket indikerar längre omsättningstider och större påverkan av markprocesser. Även i Gammtrattens markvatten i utströmningsområdet låg kiselhalten på en betydligt högre nivå. Kiselhalterna i bäckvattnet varierade mellan $2,8\text{--}3,5\ \text{mg Si L}^{-1}$ i samtliga områden.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena. Samtliga mätstationer uppvisade ett $\text{pH}=4,9\pm 0,05$. I krondropp var pH $0,1\text{--}0,2$ enheter högre än på öppet fält förutom i Gårdsjön där pH var lika på öppet fält och i krondroppet. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var pH på samma nivå eller några tiondelar lägre än i krondroppet. I Gammtratten var det vanligtvis något högre pH i marken. I utströmningsområdena var pH något högre ($\text{pH}\approx 5,3$) än i krondroppet i Aneboda, Kindla och Gammtratten och något surare i Gårdsjön ($\text{pH}<4,9$). Mark- och grundvattnets buffertkapacitet, ANC, var i huvudsak låga eller negativa ($<0,06\ \text{mEq L}^{-1}$) i avrinningsområdets övre delar, förutom i Gammtratten där negativt ANC inte förekom i marken. I grundvattnet i utströmningsområdena var buffertkapaciteten tämligen hög ($\text{ANC}>0,06\ \text{mEq L}^{-1}$) med förekomst av vätekarbonatalkalinitet på $0,08$, $0,06$ och $0,03\ \text{mEq L}^{-1}$ i Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Det senare indikerar tillförsel av äldre grundvatten alternativt högre vittringsintensitet i dessa områden. Grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön uppvisade positiv ANC ($0,005\ \text{mEq L}^{-1}$) sannolikt kopplat till det organiska materialet.

Även bäckvattnet var påtagligt surt ($\text{pH} \leq 4,6$) i samtliga områden förutom Gammtratten och samtliga områden uppvisade för första gången ett positivt ANC. Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med ett $\text{pH} \approx 5,7$ och ett $\text{ANC} \approx 0,1 \text{ mEq L}^{-1}$. Gårdsjön och Kindla var betydligt surare än de båda andra områdena. I Gårdsjön är det sannolikt den höga historiska belastningen av sur nederbörd i kombination med avrinningsområdets egenskaper som gör mark och avrinning sura, medan den senare faktorn sannolikt har störst betydelse för surhetstillståndet i Kindla.

Fördelningen mellan sulfat, klorid och nitrat var tämligen jämn i nederbörden på öppet fält i Aneboda och Kindla, medan andelen klorid var betydligt högre i Gårdsjön och lägre i Gammtratten. Påverkan av havssalter i södra Sverige framträdde ännu tydligare i krondroppet där klorid var den dominerande anjonen både i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. I samtliga områden förekom betydande inslag av organiska anjoner i krondroppet. Sulfat dominerade de oorganiska anjonerna i marken i Aneboda, Kindla och Gammtratten. Detta indikerar att stora mängder sulfat tillförs mark- och grundvatten från källor i marken både i in- och utströmningsområdena (jfr. Löfgren 1999, 2000). I Gårdsjön var klorid den dominerande anjonen i det vatten som passerat marken, men sulfathalterna tyder även där på att svavel tillfördes från marken. I Gammtratten var sulfathalten i utströmningsområdet och bäcken betydligt högre än i krondroppet, även det en indikation på att marken utgjorde en svavelkälla. Organiska anjoner dominerade anjonflödet i bäcken i Gammtratten, medan det inte översteg en tredjedel i Gårdsjön, Aneboda och Kindla.

I depositionen på öppet fält dominerades baskatjonerna av natrium i samtliga områden, möjligtvis med undantag för Gammtratten där höga kalciumhalter observerades vid något tillfälle. Natrium var för övrigt den mest framträdande baskatjonen i det vatten som passerat marken i samtliga områden. Till skillnad från 2005 då kloridhalten översteg natriumhalten gällde det omvända 2006. Ett högre utflöde av klorid än natrium indikerar katjonbyte i marken, vilket medför att baskatjoner och/eller aciditet (protoner, oorganiskt aluminium) omfördelas från det fasta materialet till avrinningen. När inflödet av klorid eller andra mobila anjoner minskar återställs jämvikten i markvätskan genom att natrium frigörs från det fasta materialet. Magnesium var den näst mest dominerande baskatjonen i Gårdsjön, medan kalcium och magnesium var på samma nivå i Aneboda och Kindla. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag ($\geq 0,01 \text{ mEq L}^{-1}$) i samtliga medier förutom i mark- och grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda, Kindla och Gammtratten. Nivåerna låg normalt i intervallet $0,01\text{--}0,07 \text{ mEq L}^{-1}$ varierande beroende på vattnets ursprung.

Halterna av total- eller syralösligt aluminium var höga ($0,6\text{--}1,9 \text{ mg L}^{-1}$) i markvattnet i samtliga områden förutom Gammtratten, där markvattnet inte analyserades. I grundvattnet i Gårdsjön var halterna något lägre eller på samma nivå som i markvattnet. Halterna i bäckvattnet var lägst i Gammtratten ($0,17 \text{ mg L}^{-1}$) med högst pH (5,7) och $0,4\text{--}0,6 \text{ mg L}^{-1}$ i de andra områdena med lägre pH (4,3–4,6). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 29%, 24%, 42% och 2% av totalaluminiumet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla resp. Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på $0,01\text{--}0,26 \text{ mg Ali L}^{-1}$, vilket innebär att Ali-halterna enligt Naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder klassas som extremt höga i Gårdsjön och Kindla, som mycket höga i Aneboda och som låga till måttliga i Gammtratten.

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda (21 mg L^{-1}) och Gårdsjön (18 mg L^{-1}), än i Kindla och Gammtratten (9 respektive 7 mg L^{-1}). Förutsättningarna för att komplexbinda metaller var följaktligen avsevärt bättre i Aneboda och Gårdsjön än i de övriga områdena. De höga DOC-halterna i Aneboda och Gårdsjön återspeglades inte i halterna organiskt bundet kväve. I samtliga områden låg medelhalterna i intervallet $260\text{--}407 \text{ } \mu\text{g org-N L}^{-1}$. Det organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i

samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ($<72 \mu\text{g oorg-N L}^{-1}$, $\leq 5 \mu\text{g PO}_4\text{-P L}^{-1}$).

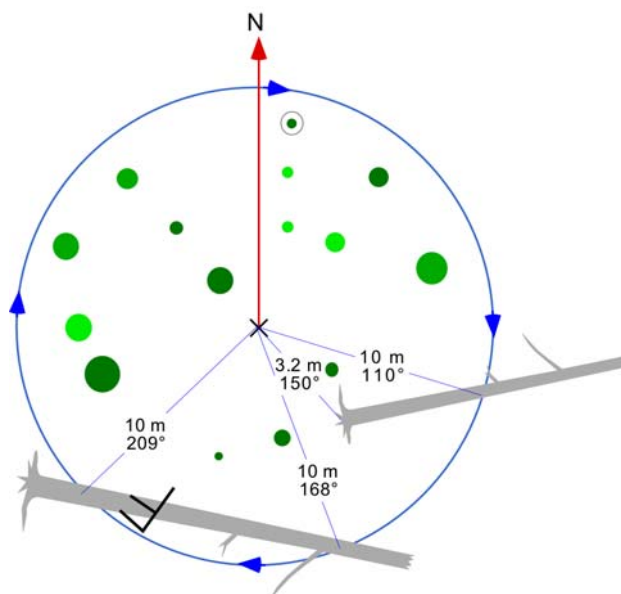
Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ($<1,3 \text{ mg Fe L}^{-1}$, $\leq 0,09 \text{ mg Mn L}^{-1}$). I Aneboda var halterna av koppar, bly, zink och kadmium i bäckvattnet normalt betydligt lägre än de lägsta halterna där negativa biologiska effekter kan förväntas ($\text{Cu} > 3 \mu\text{g L}^{-1}$, $\text{Pb} > 1 \mu\text{g L}^{-1}$, $\text{Zn} > 20 \mu\text{g L}^{-1}$ och $\text{Cd} > 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, NV 1999). Även totalkviksilver och metylkvicksilver analyserades i vissa medier i Gårdsjön och Aneboda. I bäckarna var medelhalterna $8,6 \text{ ng Hg L}^{-1}$ respektive $1,2 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ i Gårdsjön och $10,6 \text{ ng Hg L}^{-1}$ respektive $1,8 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ i Aneboda.

Avslutningsvis kan man sammanfatta områdena som jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gälandande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga metaller, med undantag av bly i Aneboda, uppvisade halter i bäckvattnet i Gårdsjön och Aneboda under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig företeelse i svensk skogsmark. Gammtratten är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,6 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet.

7. Effekter på trädbeståndet i Aneboda av stormen Gudrun

IM-området i Aneboda ligger inom det område som drabbades av stormen Gudrun den 8-9 januari 2005. Tidigare har vi presenterat olika summariska sammanställningar av omfattningen på skadorna i området (Löfgren, 2007), men det har saknats en kvantitativ sammanställning av hur mycket träd som blåste omkull. I det ordinarie inventeringsschemat för IM ingår inmätning av träd i de fasta cirkelytorna vart femte år. För Anebodas del var det dags att göra en inmätning 2006. Det finns 47 cirkelytor som inventeras i Aneboda. Vid inventeringen 2006 gick det dock inte att beträda två av ytorna på grund av allt för många omkullblåsta träd. Varje yta är 314 m^2 . Från dessa trädinmätningar har vi nu kunnat beräkna hur mycket skog som blåst omkull mellan inventeringarna 2001 och 2006. Några av träden som trillat mellan dessa två inventeringar har sannolikt ramlat innan stormen, men vi antar ändå att huvudparten av de nya lågorna som inmättes i 2006 års inventering härrör från januari 2006. För jämförelsen skall här vi även tagit med data från 1996 års inventering.

Inom varje yta mäts avstånd och riktning från ytcentrum till varje lågas bas och topp (Figur 4). Om lågan fortsätter utanför cirkelytans periferi mäts istället riktning till den punkt där lågan korsar ytans begränsningslinje. Från dessa mätningar kan man beräkna längden på de lågfragment som ligger inom respektive provyta. Diameter mäts antingen 1,3 m från lågan bas, om basen finns inom ytan, annars 1,3 m från den punkt där rotänden på lågan korsar ytavgränsningen. Volymen på den del av en låga som finns inom cirkelytan har beräknats som att varje låga är en cylinder. Från dessa mätningar kan man skatta den totala mängden död ved i avrinningsområdet genom att extrapolera mängden från respektive cirkelyta.



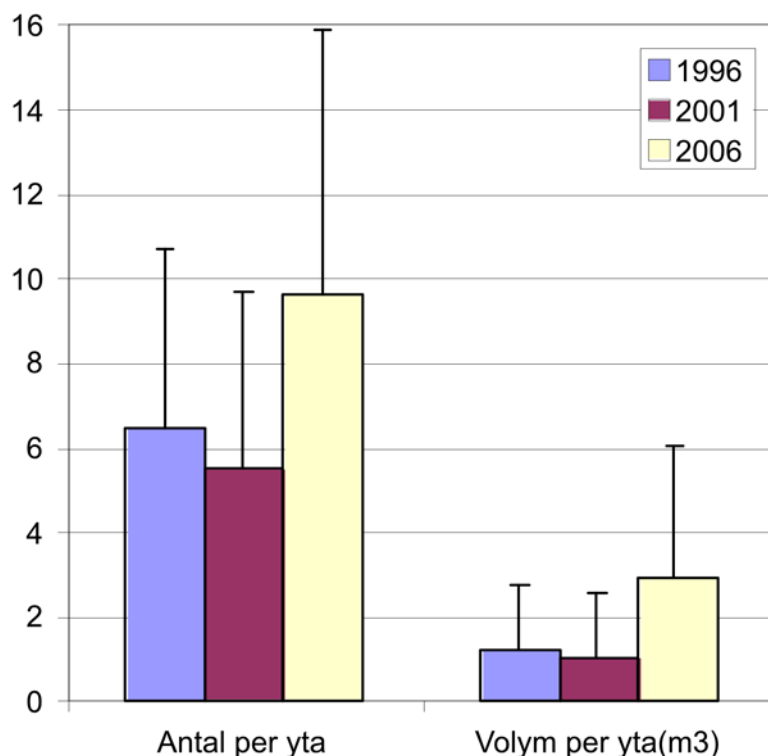
Figur 5. Metod för inmätning av lågor i cirkelytorna i IM. För varje låga mäts avstånd och riktning från ytcentrum till lågans bas och topp, eller där lågan korsar ytans periferi. Diameter mäts 1,3 meter från basen eller från där rotänden korsar ytans periferi.
Method for measuring fallen logs in the Integrated Monitoring programme. For each log, distance and angle from the centre of the circle is recorded. The diameter is measured at 1.3 m from the root, or from the point where the lower end of the log crosses the perimeter.

Resultaten visar inte oväntat att antalet lågor ökat 2006 (Tabell 4 och Figur 5). År 1996 fanns det totalt 317 lågor i alla cirkelytor tillsammans. Vid inventeringen 2001 hade denna siffra sjunkit till 257. Anledningen till minskningen är att äldre lågor blivit så nedbrutna att de räknas tillhöra förnaskiktet istället för att vara en låga. Vid inventeringen 2006 hade det totala antalet lågor i cirkelytorna ökat till 433, en ökning med 176 lågor. Om man skalar upp antalet lågor per yta till hela området får man att det mellan 2001 och 2006 har tillkommit 2711 lågor (Tabell 4). Totalt finns det 1818 träd och lågor grövre än 5 cm i diameter i cirkelytorna, vilket motsvarar ca 26300 träd och lågor i hela området. Lågorna år 2006 utgör därmed 24 % av alla stående och liggande träd i området.

Tabell 4. Antal lågor och volym av lågor per provyta och i hela avrinningsområdet de olika inventeringsåren.
Number of logs and volume of logs, per plot and in the whole catchment, at the different inventories.

	Antal lågor (No of logs)			Volym lågor (m ³) (Volume of logs, m ³)		
	1996	2001	2006	1996	2001	2006
Per provyta (Per plot)	6.47	5.47	9.62	1.2	1.01	2.93
Hela avrinningsområdet (Catchment area)	4222	3568	6279	782	662	1910

Antalet lågor säger dock inte hela sanningen. Ett mer omfattande mått är volymen på lågorna. Här visar det sig att volymen nästan tredubblats mellan 2001 och 2006, räknat både per provyta och totalt i området (Tabell 4 och Figur 5). Genom att extrapolera volymen på alla lågor inom cirkelytorna till hela avrinningsområdet får man totalvolymen 1910 m³ lågor. Detta motsvarar en box med sidorna 12,4 meter, eller ungefär ett fyravåningshus med tre små lägenheter i varje våning.



Figur 5. Medelantal (+1 std.av.) lågor per yta och medelvolym av lågor per yta, olika inventeringsår i Aneboda. År 2006 har signifikant högre värden än de båda tidigare åren (Tukeys HSD, $p < 0,01$).
Mean (+1 sd) of number of logs per plot and mean volume of logs per plot, different years in Aneboda. Year 2006 has significantly higher values than the other two years (Tukeys HSD, $p < 0.01$).

Det fanns inga signifikanta skillnader i antalet lågor eller i volym lågor mellan 1996 och 2001. Detta indikerar att ökningen 2006 är en effekt av stormen, men att det finns en dynamik i beståndet av lågor även utan stora störningar. Även 2006 ströks ett tjugotal äldre lågor som ansågs vara förmultnade. I den boreala skogen räknar man med att det tar mellan 70 och 90 år för en låga att försvinna helt och hållet (Hyttborn and Packham, 1987). Utgående från detta så kommer vi att se effekter av stormen under mycket lång tid framöver.

De siffror som presenterats för hela området i denna sammanställning är skattningar. Provytorna omfattar bara ca 6,9 % av den totala ytan som är 20,5 ha. Ytorna är dock systematiskt utlagda och är därför ett så kallat slumpmässigt obundet urval och utgör därmed en god representation av IM-området i Aneboda. Detta konfirmeras bland annat av att variationen kring medelvärdena i Figur 5. Variationskoefficienten för antal är ca 0,65 och för volym ca 1,1, vilket måste anses vara relativt låga värden för denna typ av data.

8. Naturlig återhämtning från förurning i IM-områdena och framtida utveckling simulerat med MAGIC

Förurningsutvecklingen i IM-områdena sedan 1860 och fram till år 2100 har simulerats (Löfgren et al. 2008) med MAGIC-modellen (Cosby et. al. 1985a,b,c, 2001). För modelleringen användes (Löfgren et al. 2008) årsmedelvärden för nederbörd, avrinning, temperatur, deposition uppmätt i öppet fält och i krondropp, markvattenkemi, avrinningskemi, mängder av baskatjoner i träd från IM-årsrapporterna 2002-2004 (Löfgren 2004, 2005, 2006). Markkemidata togs fram av Lage Bringmark, Institutionen för miljöanalys, SLU. För att undvika störningar av stormen Gudrun 2005 användes inte senare års mätvärden.

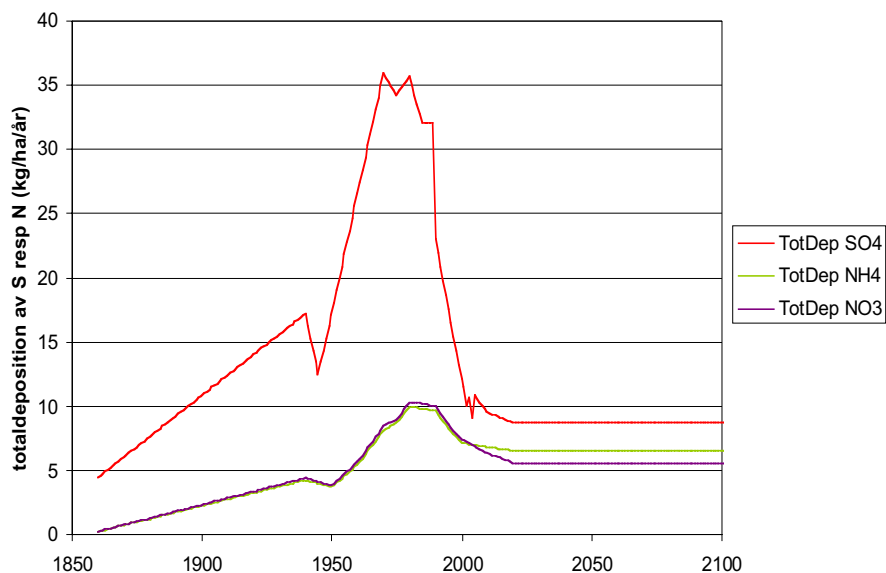
Totaldepositionen beräknades från depositionen på öppet fält och i krondropp under åren 1996-2005. Beräkningarna korrigerar för att träden tar upp och/eller läcker olika ämnen direkt

på/från barren (Westling et al. 1995). Det antas att natrium, sulfat och vätekarbonat inte tas upp av träden utan att krondroppet är lika med totaldepositionen. Kloriddepositionen beräknades från natrium för att bibehålla proportionen i havssalt mellan dessa joner. Ammonium- och nitratdepositionen beräknades från öppet fält och en regional faktor på 1.5 (Gårdsjön), 1.4 (Aneboda), 1.3 (Kindla) och 1.2 (Gammtratten). Kalcium-, magnesium- och kaliumdepositionen beräknades i flera steg: marina halter räknas från natrium, ickemarina halter beräknades från de ickemarina halterna på öppet fält och om det finns några positiva joner kvar att fördela (eventuellt laddningsöverskott i öppet fält ska vara kvar i totaldepositionen) så fördelas de som ickemarina baskatjoner i torrdepositionen.

Marken modellerades som två lager, där det översta lagret baserades på humusskiktet plus de översta fem cm av mineraljorden. Det nedre lagret utgjorde mineraljord ned till 42 cm djup i Gårdsjön (litet markdjupet) och 80 cm i de övriga områdena. De olika parametrarna räknades ut från prover tagna på olika jorddjup, viktade efter massan på respektive jorddjup.

Avrinningskemin som användes för kalibreringarna var medelvärden från åren 2002-2004. Jämfört med den dissocieringsmodell (Hruska et al. 2003) som ofta används för att beräkna det organiska materialets laddningstäthet ($=\text{DOC} [\text{mg/l}] \cdot 10.2/3$) indikerade IM-resultaten något högre halter organiska anjoner i avrinningen (Löfgren 2004, 2005, 2006). En viss korrigering av bäckvattnens halter av joner med marint ursprung gjordes för att nå balans med depositionen. Anledningen till att vattenkemin justerades efter depositionen och inte tvärtom var att depositions-mätningarna omfattade en längre tidsperiod och därmed borde ha ett mer representativt inflöde av havssalt jämfört med bäckvattnet. Kortvariga variationer i havssaltsdeposition kan påtagligt påverka korta tidsserier från ytvatten.

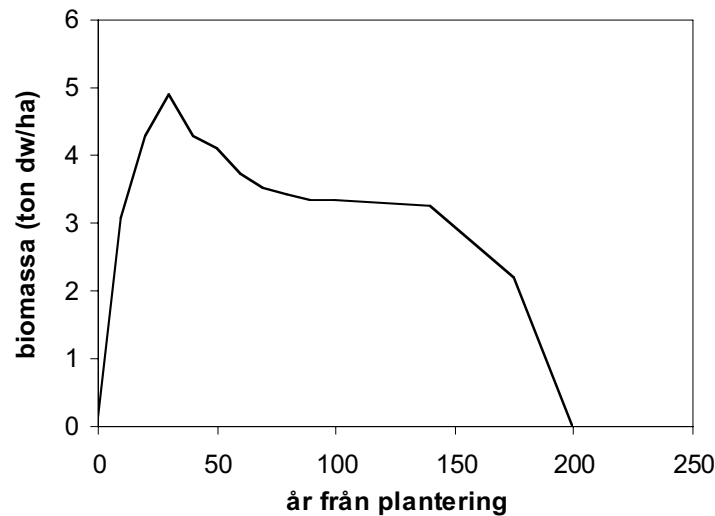
Tidsutvecklingen för svavel- och kvävedepositionen sedan 1860 är densamma som används i MAGIC-biblioteket (www.ivl.se) Efter år 2000 följer den Göteborgsprotokollet och "current legislation" (Naturvårdsverket 2003). Figur 6 visar depositions-trenderna för Gårdsjön.



Figur 6. Antagen depositionsutveckling för svavel och kväve i Gårdsjön. 1860-2100.
Assumed sulphur and nitrogen deposition at Gårdsjön 1860-2100.

Skogens nettoupptag av baskatjoner och kväve baseras på antagandet att alla IM-områden förutom Gammtratten var avverkade runt år 1860. Områdena beskogades därefter med en skog som ej utnyttjats. Nettoupptaget baskatjoner motsvarar det som bundits upp i träden i takt med att de tillväxt. När skogen tillåts utvecklas fritt under en längre tid antas att ett jämviktstillstånd uppstår där tillväxten av biomassa blir lika stor som nedbrytningen av död biomassa. I MAGIC-simuleringarna antas att nettoupptaget av baskatjoner inleds år 1860 för

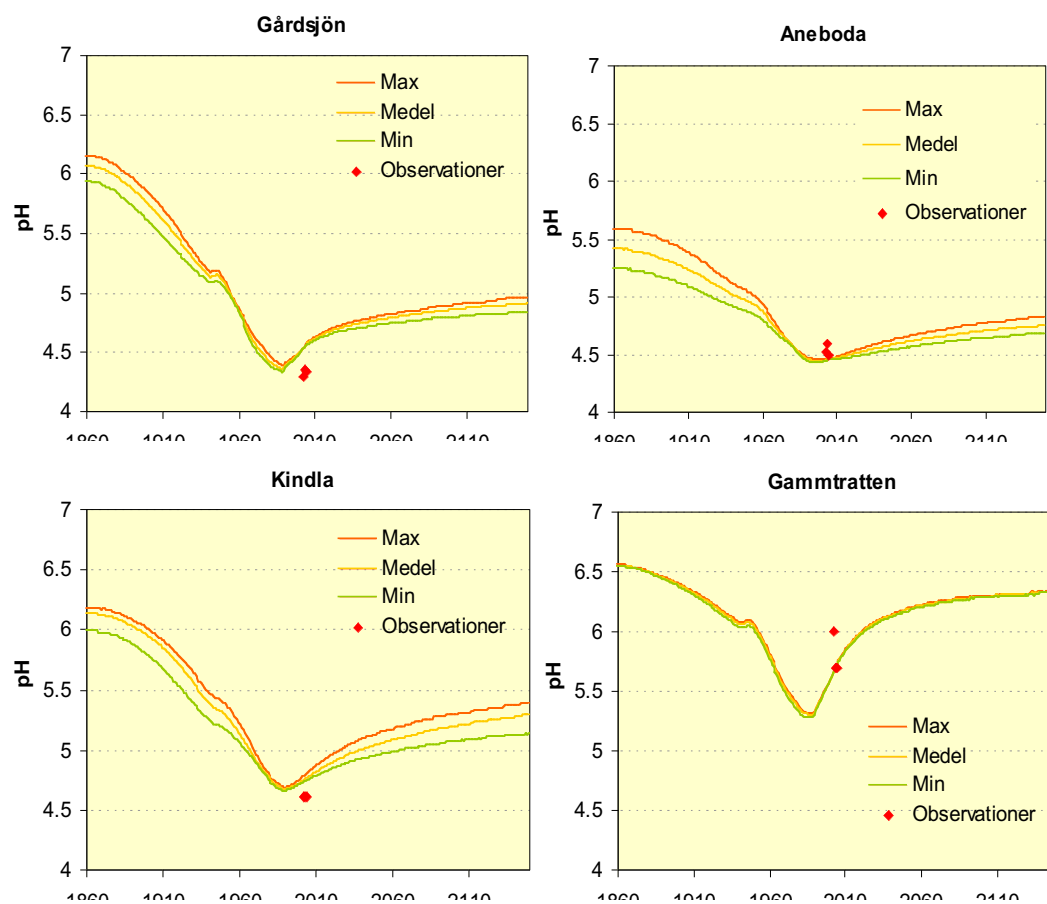
att därefter följa biomassans nettoökning enligt Figur 7. Jämviktstillståndet där nedbrytningen balanserar tillväxten antas infalla efter 200 år. Kurvorna för nettoupptag av baskatjoner och kväve beräknades så att integralen fram till nutid blev lika med den mängd av ämnet som fanns i den stående biomassan i IM-områdena (Löfgren 2006). Nettoupptaget fördelades med 50% vardera i det övre respektive undre jordlagret.



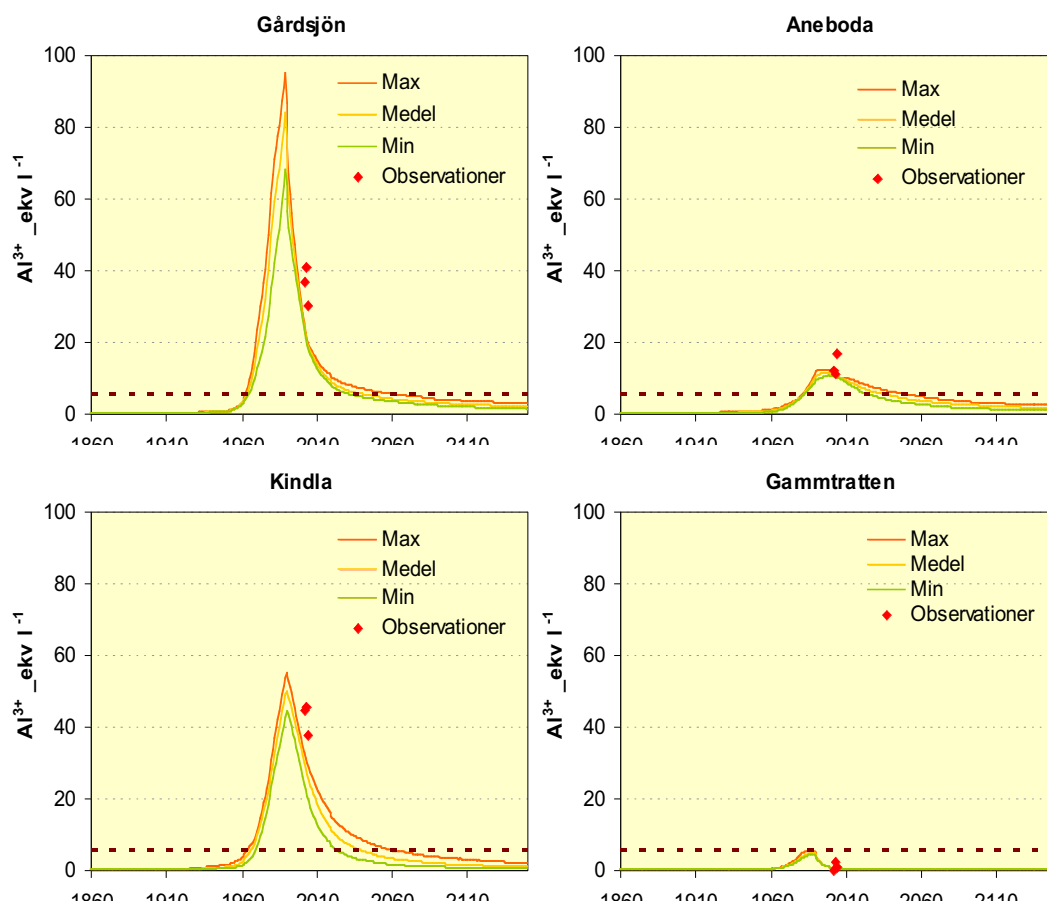
Figur 7. Antagen utveckling för biomassa i MAGIC-simuleringarna.
Assumed tree biomass development during a 200 years period in the MAGIC simulations

MAGIC kalibrerades för de fyra områdena så att de simulerade halterna sulfat, klorid och baskatjoner (uppdelade) överensstämde med de uppmätta i avrinningen och med avseende på basmättnadsgraden (uppdelad på baskatjonerna) i marken. Vittringen av baskatjoner, förindustriell basmättnadsgrad, sulfatadsorptionskoefficient och andra parametrar kalibrerades automatiskt så att det uppmätta tillståndet varje år efterliknades. Därefter utfördes en manuell kalibrering av Al_o , Al_i och pH genom att variera koefficienterna för komplexbindning mellan Al och DOC samt "gibbsitkonstanten" (se ovan).

Resultaten av MAGIC-simuleringarna för IM-områdena indikerar påtaglig försurning sedan mitten av 1800-talet fram till nutid. I de tre södra områdena har pH-värdet som lägst legat nära eller under 4.5 som årsmedelvärde (Figur 8), ett tillstånd som bedöms som extremt surt och som kan leda till höga halter oorganiskt aluminium (Al_i). Det senare indikerades även av simuleringarna för Gårdsjön och Kindla, medan Aneboda inte uppvisade lika höga halter Al_i på grund av komplexbindning med organiskt material (Figur 9). Orsaken till de låga pH-värdena och de höga Al_i -halterna i Gårdsjön och Kindla är bäckarnas låga buffertkapacitet (ANC), som fortfarande ligger nära eller under 0 $\mu\text{ekv/l}$ (Figur 10).



Figur 8. Historisk och framtida utveckling (årsmedel) i de fyra IM-yterna, modellerad med MAGIC (version 7.77) med avseende på pH.
Historical and future development of pH (annual means) at the four IM sites simulated vid MAGIC (version 7.77).



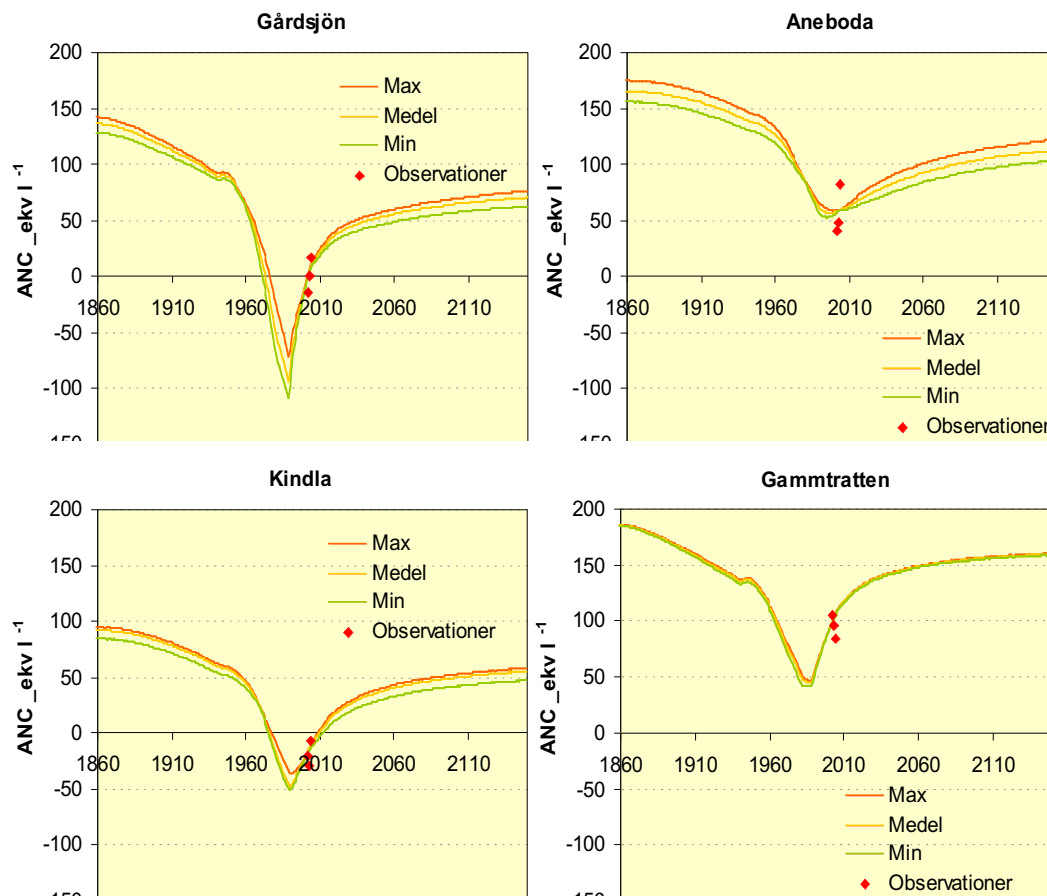
Figur 9. Historisk och framtida utveckling (årsmedel) i de fyra IM-ytorna, modellerad med MAGIC (version 7.77) med avseende på oorganiskt aluminium (Al_i). Den streckade mörkröda linjen motsvarar halten 50 μg per liter (=höga halter enligt förslaget till nya bedömningsgrunder för ytvatten, se Fölster 2007).

Historical and future development of inorganic Al (Al_i , annual means) at the four IM sites simulated vid MAGIC (version 7.77). The striped red line corresponds to 50 μg Al_i /l, suggested as the limit for high concentrations in the Swedish classification system (Fölster 2007).

Gammtratten i Norrland har också påverkats av den sura depositionen, men i betydligt mindre omfattning än de övriga områdena. Trots en pH-sänkning på ca en enhet har medel-pH aldrig sjunkit under 5 enligt MAGIC-simuleringarna (Figur 8), då risken för höga halter aluminium påtagligt ökar. Enligt simuleringarna har Al_i -halterna aldrig varit höga i Gammtratten (Figur 9). Buffertkapaciteten (ANC) har som lägst varit ca 50 $\mu\text{ekv/l}$ både i Gammtratten och Aneboda (Figur 10) enligt modellberäkningarna.

Tack vare minskade luftutsläpp av svavel har försurningen avstannat och den naturliga återhämtningen påbörjats. MAGIC-simuleringarna indikerar att inom loppet av 25-30 år kommer koncentrationen av Al_i att ligga under gränsen 50 $\mu\text{g/l}$ i båda de starkt försurade IM-områdena Gårdsjön och Kindla. Däremot är det enligt modellen tveksamt om pH och ANC kommer att återfå förindustriella värden inom en rimlig framtid, med undantag av Gammtratten.

Flera studier har visat en pågående naturliga återhämtning från försurning i skandinaviska ytvatten (Warfvinge & Bertills 2000, Skjelkvale 2007, Bertills et al. 2007, Monteith et al. 2007, Löfgren et al. 2008). Återhämtningen har tidigare simulerats med försurningsmodeller som t.ex. MAGIC (Ferrier et al. 2003, Moldan et al. 2004).



Figur 10. Historisk och framtida utveckling (årsmedel) i de fyra IM-ytorna, modellerad med MAGIC (version 7.77) med avseende på vattendragens buffertkapacitet (ANC).
Historical and future development of acid neutralizing capacity (ANC, annual means) at the four IM sites simulated vid MAGIC (version 7.77).

9. Klimatändringar påverkar avrinning och utlakning

Skogs- och myrmark är de dominerande markslagen i Sverige liksom i det regionala närområdet i norra Europa. Vattenflödena genom marken och transporterna av ämnen påverkar de kemiska förhållandena i bäckarna och därmed organismernas livsförutsättningar. I perspektivet av ett framtida ändrat klimat ändras främst temperatur och nederbörd med direkta effekter på hydrologin men även indirekta effekter kopplade till utlakningen av olika ämnen. Organiskt material med bundna och adsorberade metaller, kväve, fosfor etc. är exempel på ämnen vars utlakning påverkas av vattnets flödesvägar. Även försurningstillståndet kan påverkas påtagligt.

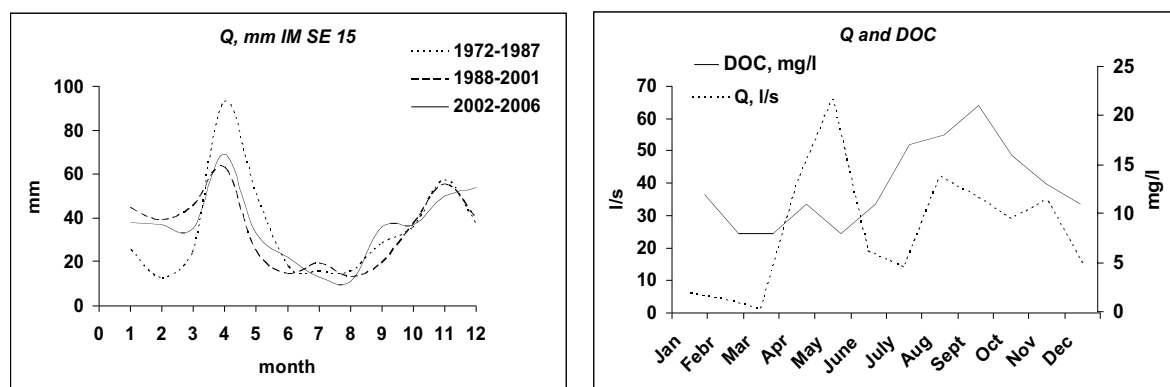
De klimatmodeller som används för att simulera framtida klimat indikerar en ökad frekvens av extrema förhållanden såsom höga flöden och torra perioder. Om dessa scenarier är riktiga kommer utlakningsmönstret för många ämnen att förskjutas och infalla under andra tider på året än vad vi är vana vid. Det kan också påverka intensiteten d.v.s. storleken på utlakningen.

I vårt nordliga klimat är den traditionella bilden att låga vattenflöden förekommer under vinterperioden då nederbörden lagras som snö. Under snösmältningen på våren bildas en avrinningstopp som avklingat under sommaren då hög evapotranspiration minskar avrinningen. De senaste åren har detta mönster ändrats och det har tidvis förekommit höga flöden även vintertid långt norrut i landet. Högvattenföringen vid snösmältningen har varit lägre och beroende på sommarnederbörden har resultatet varierat mellan ibland långa torrperioder och ibland extrema flöden även sommartid. Den geografiska variationen har varit

stor. Långa torrperioder kan innebära kraftig utlakning av upplagrade substanser vid nästa flödestillfälle.

Med en hydrologisk modell har avrinningen i Kindla-området simulerats för perioden 1972-1987 och 1988-2001 (Lundin and Kvarnäs, 2002). Dessa simuleringar har kompletterats med de faktiska mätningarna under den senaste 5-årsperioden. Bilden visar det typiska avrinningsmönstret beskrivet ovan före 1987 (Figur 10). Därefter har ett nytt mönster visat sig med högre flöden under vinterperioden, en lägre vårflödesepisod, låga flöden sommartid och en stadigt ökad vattenföring under hösten (Figur 10).

Kommer mönstret med höga koncentrationer organiskt material (DOC) vid ökande flöde under hösten (Figur 10) att kvarstå medför det högre utlakning av organiskt material i framtiden. På motsvarande sätt kan man spekulera i om kväveutlakningen vinter och vår kommer öka och om surhetstillståndet kommer att förändras på grund av ändrade haltförhållanden mellan starka mineralsyror och svaga organiska syror.



Figur 11. Månatlig medelvattenföring i Kindla (vänstra figuren) under en period med traditionellt kalla vintrar (1972-87) och två senare perioder (1988-2001 och 2002-06) med varmare höstar och vintrar. Exempel på hur halten organiskt material (DOC) och vattenföringen kan variera under år med typiskt kalla vintrar (Buskbäcken 1985-88, högra figuren).
Monthly mean runoff in the Kindla region during a period of traditionally cold winters (1972-87) and two later periods (1988-2001 and 2002-06) with warmer autumns and winters (left figure), Example on how the concentrations of organic matter seasonally can vary during years with cold winters (Buskbäcken 1985-88, right figure).

10. Återhämtning från försurning i markvattnet

Svavelnedfallet har sedan 1970-talet minskat med 90% och sedan 1990 har depositionen över slutna skog minskat med 65%. Den minskade depositionen har minskat ytvattens surhetstillstånd i form av lägre halter sulfat och oorganiskt aluminium samt ökad buffertkapacitet (ANC) och pH (Bertills et al. 2007). Även tidsserier för markvatten i skogsmark visar minskad försurning. Resultaten från Kindla under perioden 1995-2006 (Tabell 5) visar att halterna aluminium och sulfat, som dominerar jonsammansättningen i försurad marklösning, har minskat påtagligt. Detta har medfört lägre jonstyrka i markvattnet och minskande halter väte- och baskatjoner särskilt kalcium. Natrium och klorid, som i huvudsak är av marint ursprung, har uppvisat andra tidsförlopp. Resultaten visar också att det i huvudsak är halterna oorganiska aluminium som minskar medan de organiska Al-komplexen minskar föga eller inte alls (Löfgren et al. 2007). Äldre data indikerar att återhämtningen från försurning pågick redan i övergången från 1980- till 90-tal (Fölster et al 2003). Resultaten från Kindla överrensstämmer väl med de som observerats inom andra mätprogram både i Norge och Sverige (Löfgren et al. 2008).

Tabell 5. Tidstrender i markvattenkemi i IM-området Kindla under tolv år, 1995-2006. Linjära regressioner. Antal bestämmningar ca 230. Lutning angiven i $\mu\text{eq.L}^{-1}.\text{år}^{-1}$. Överskattning för Al p.g.a inkluderad oladdad organisk komponent.
Time trends of soil water chemistry at IM site Kindla for twelve years, 1995-2006. Linear regressions. Number of measurements about 230. Slope given as $\mu\text{eq.L}^{-1}.\text{yr}^{-1}$. Overestimate for Al due to uncharged organic component.

	Kindla, markvatten E-horisont			Kindla, markvatten B-horisont		
	regr.koeff	signifikans	lutning	regr.koeff	signifikans	lutning
H	-0.22	< 0.001	-1.6	-0.31	< 0.001	-0.5
Al	-0.41	< 0.001	-4.3	-0.64	< 0.001	-5.0
SO ₄	-0.57	< 0.001	-7.4	-0.83	< 0.001	-8.6
Cl	-0.05	Ej sign	-0.5	-0.14	< 0.05	-1.0
Ca	-0.60	< 0.001	-1.8	-0.64	< 0.001	-1.1
Mg	-0.53	< 0.001	-1.2	-0.63	< 0.001	-0.8
Na	-0.08	Ej sign	-0.5	-0.01	Ej sign	-0.05
DOC	-0.36	< 0.001		-0.09	Ej sign	
Si	+0.05	Ej sign		+0.41	< 0.001	

11. Marken fortsatt sur

Inom IM undersöks markkemin dels med syftet att beskriva förhållandena i avrinningsområdet, dels i sk homogena provytor för att med upprepad provtagning inom en väldefinierad area följa förändringar i tiden. Bakgrunden till det senare är en strävan att minska den stora rumsliga variation som är karaktäristisk för mark så att precisionen och chansen att upptäcka förändringar ökar. I vart och ett av de fyra IM-områdena har en provyta placerats i blåbärsbarrskog med jordmånen podsol. Humusskiktet provtas separat medan mineraljordsskikt insamlas i fasta djupnivåer för att undvika subjektiv skiktindelning. Antal prover har varit 14-36 från varje skikt vilka slås samman till 6 homogeniserade prover för den kemiska analysen. Rumslig autokorrelation är karaktäristiskt för skogsmark, där olika strukturer bildas huvudsakligen i relation till trädens utveckling ovan och under jord. Genom att insamla prover med minst 5, helst 10 meters mellanrum har autokorrelation undvikits. Trots undersökningens upplägg är variationen mellan prover ändå stor och påtagliga skillnader krävs för att påvisa signifikanta förändringar.

De markkemiska undersökningarna omfattar försurningsrelaterade variabler samt näringsämnen, organiskt material och metaller. Presentationen här avser försurningstillståndet, dvs pH, utbytbara baskatjoner och Al samt utbytesaciditet. De utbytbara katjonerna som är adsorberade på det fasta materialets ytor står i mer eller mindre jämvikt med marklösningen via jonbytesprocesser. De utbytbara förråden är stora jämfört innehållet i marklösningen vilket är en förklaring till markens stora buffertverkan. pH bestäms i vattenextrakt, utbytesaciditet i 1M KCl-extrakt, baskatjoner och Al i 1M NH₄Cl-extrakt.

I kontrast till den påtagliga återhämtning från försurning som påvisats i marklösningen så visar kemin hos de utbytbara katjonförråden i den fasta marken att dessa är betydligt mera stabila. I humusskiktet i Gårdsjön registrerades överhuvudtaget ingen förändring av pH, utbytbart aluminium, baskatjoner eller basmättnadsgrad mellan 1995 och 2003 (Tabell 6). Skiktet 5-20cm i mineraljorden motsvarar ungefärligen den sk anrikningshorisonten där utlakade ämnen hålls kvar. I detta skikt ökade utbytesaciditeten under perioden 1995-2003, vilket indikerar markförsurning. Å andra sidan kunde ingen skillnad påvisas för utbytbart

aluminium, vilket innebär att ökningen i utbytbar aciditet måste vara förknippad med ökade halter utbytbara vätejoner. Å andra sidan uppvisade pH ingen förändring över tiden. Halterna utbytbar Na minskade ungefär med samma halt som utbytbar Mg ökade, vilket är märkligt med tanke på att båda ämnena i hög grad är förknippade med marina episoder i kustnära områden som Gårdsjön. Resultaten från Gårdsjön med koppling mot markförsurning är följaktligen svårtolkade. Övriga ämnen uppvisade inga statistiskt signifikanta förändringar i mineraljorden.

Tabell 6. Försurningsrelaterad markkemi i Gårdsjön F1 1995 och 2003. Jordprover från en 30x40m provyta. Halter i $\mu\text{eq.g}^{-1}$, för humusskikt angiven per organisk bas. Signifikansgrad för differens mellan år angiven.

Variabls of soil acidity in Gårdsjön F1 1995-2003. Samples from a 30x40m plot. Concentrations in $\mu\text{eq.g}^{-1}$. Test of difference between years.

	Humusskikt			Mineraljord 5-20cm		
	1995	2003	t-test	1995	2003	t-test
pH	3.8	3.8	Ej sign	3.8	3.8	Ej sign
Utb.bart Al	35	23	Ej sign	40	52	Ej sign
Utb.bart Ca	102	88	Ej sign	1.9	2.2	Ej sign
Utb.bart Mg	59	61	Ej sign	1.2	1.8	$p < 0.05$
Utb.bart K	17	13	Ej sign	0.61	0.69	Ej sign
Utb.bart Na	12	14	Ej sign	0.86	0.38	$p < 0.05$
Utb.bar acid.	91	91	Ej sign	44	69	$p < 0.01$
Basm. %	68	66	Ej sign	9.5	7.9	Ej sign

Tabell 7. Försurningsrelaterad markkemi Aneboda 1996 och 2006/2007. Jordprover från 50x50m homogen provyta. Halter i $\mu\text{eq.g}^{-1}$, för humusskikt angiven per organisk bas. Signifikansgrad för differens mellan år angiven.

Variabls of soil acidity in IM-site Aneboda 1996-2006/2007. Samples from 50x50m homogenous soil plot. Concentrations in $\mu\text{eq.g}^{-1}$. Test of difference between years.

	Humusskikt			Mineraljord 5-20cm		
	1996	2007	t-test	1996	2006	t-test
pH	3.6	3.9	$p < 0.01$	4.3	4.6	$p < 0.01$
Utb.bart Al	27	19	Ej sign	20	21	Ej sign
Utb.bart Ca	100	124	Ej sign	0.61	0.47	Ej sign
Utb.bart Mg	30	37	$p < 0.01$	0.28	0.25	Ej sign
Utb.bart K	14	14	Ej sign	0.29	0.42	$p < 0.05$
Utb.bart Na	3.0	4.3	$p < 0.05$	0.24	0.14	$p < 0.01$
Utb.bar acid.	116	104	Ej sign	21	51	$p < 0.01$
Basm. %	56	63	$p < 0.01$	6.4	2.6	$p < 0.05$

Markprovytan i Aneboda drabbades av trädfällningar under stormen Gudrun januari 2005 men all provtagning har skett på betryggande avstånd från fällda träd. Förändringar av trädbeståndet kan förväntas ha stor påverkan på marktillståndet. I de intakta skogsbestånden kunde vissa förändringar noteras i humusskiktet bl.a. små statistiskt signifikant ökat pH, utbytbar Mg och Na samt basmättnadsgraden. Utbytesaciditet och utbytbar aluminium och kalcium var däremot oförändrade. I mineraljordsskiktet 5-20cm hade däremot utbytesaciditet ökat och basmättnadsgraden minskat statistiskt signifikant, vilket indikerar försurning. Även här torde ökningen i utbytbar aciditet vara kopplad till ökade halter utbytbara vätejoner. Det är därför märkligt att pH ökat statistiskt signifikant med 0,3 enheter, vilket talar mot en markförsurning. Att pH mätt i vattenextrakt ökade trots ökad utbytbar aciditet i de extraherbara förråden kan kanske sättas i samband med den återhämtning som pågår i marklösningen. Även resultaten från Aneboda med koppling mot markförsurning är följaktligen svårtolkade. Smärre förändringar skedde även för utbytbar Na och K.

Till skillnad från naturlig biologisk förurning som huvudsakligen sker i humusskiktet karaktäriseras föroreningsrelaterad förurning av förändringar längre ner i mineraljorden. Det beror på den höga förekomsten av främst atmosfärstransporterad sulfat som lett till hög jonstyrka och därmed åtföljande transport av joner ner genom markskikten. En fortsatt sådan djupförurning av fasta marken fortsatte under 1990-talet i olika skogsmarker i södra Sverige (Jönsson et al 2003). Biogeokemiska modelltillämpningar indikerar fortsatt markförurning på många platser även bortom 2010 delvis beroende på kvävebetingad ökad träd tillväxt (Moldan et al 2004, Belyazid et al 2006). I motsats till dessa analyser har Markinventeringen vid SLU konstaterat starkt minskande antal skogsmarkslokaler med hög surhetsgrad definierad enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Bertills et al. 2007). Även dessa skattningar görs från observationer i mineraljordsskikt.

Trögheten i marken, som visats i bl.a. Gårdsjön och Aneboda, indikerar att den förbättring av vattenkemin som skett i fortsättningen kommer att gå betydligt långsammare, vilket även MAGIC-simuleringarna indikerar (se ovan).

Referenser

- Belyazid S, O Westling & H Sverdrup. 2006. *Modelling changes in forest soil chemistry at 16 Swedish coniferous forest sites following deposition reduction*. Environm. Poll. 144:596-609.
- Bertills, U., Fölster, J. & Lager, H. 2007. *Bara naturlig förurning – underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Naturvårdsverket rapport 5766, Stockholm, 116 sid.
- Cosby, B.J., Hornberger, G.M., Galloway, J.N., & Wright, R.F. 1985a. *Modelling the effects of acid deposition: Assessment of a lumped parameter model of soil water and streamwater chemistry*. Water Resour. Res. 21(1): 51-63.
- Cosby, B.J., Wright, R.F., Hornberger, G.M., & Galloway, J.N. 1985b. *Modeling the effects of acid deposition: Estimation of long-term water quality responses in a small forested catchment*. Water Resour. Res., 21(11): 1591-1601.
- Cosby, B.J., Hornberger, G.M., Galloway, J.N., & Wright, R.F. 1985c. *Time scales of catchment acidification: A quantitative model for estimating freshwater acidification*. Environ. Sci. Technol., 19: 1144-1149.
- Cosby, B.J., Ferrier, R.C., Jenkins, A., Wright, R.F. 2001 *Modelling the effects of acid deposition: refinements, adjustments and inclusion of nitrogen dynamics in the MAGIC model*. Hydrol. Earth Sys. Sci. 5(3), 499-517.
- EDC, 1993. *Manual for integrated monitoring. Program phase 1993-1996*. National Board of Waters and the Environment, Helsingfors.
- EMEP, 2004. *EMEP Assessment Part 1, European Perspective*. In: Lövblad, G., Tarrason, L., Törseth, K. and Dutchak, S. (eds.). Norwegian Meteorological Institute. 180 pp.
- Ferrier, R.C., Wright, R.F. & Jenkins, A. (eds.). 2003. *Predicting recovery of acidified freshwaters in Europe and Canada*. Hydr. Earth Sci. 7(4), 429-617.
- Fölster 2003 Fölster, J., Bringmark, L. and Lundin, L. (2003). *Temporal and spatial variations in soil water chemistry at three acid forest sites*. Water, Air and Soil Pollution 146:171-195.
- Hruska J., Köhler S., Laudon H., & Bishop, K. 2003. *Is a universal model of organic acidity possible: Comparison of the acid/base properties of dissolved organic carbon in the boreal and temperate zones*. Environ Sci. Technol. 37(9):1726-1730.
- Hytteborn, H. and Packham, J.R., 1987. *Decay rate of Picea abies logs and the storm gap theory: a re-examination of Sernander plot III, Fiby urskog, central Sweden*. Arboricultural Journal, 11:299-311.
- Jönsson, U., U Rosengren, G Thelin & B Nihlgård. 2003. *Acidification-induced chemical changes in coniferous forest soils in southern Sweden 1988-1999*. Environm. Poll. 123:75-83.

- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Lundin, L. & Kvarnäs, H. 2002. *Long-term effects of forestry on runoff determined by modelled reference time series*. Proceedings of the XXII Nordic Hydrological Conference, Röros, Norway 4-7 August 2002. Nordic Hydrological Programme Report No. 47, 239-247.
- Lydersen, E., S. Löfgren & T. Arnessen. 2002. *Chemical and biological effects of reacidification of limed water bodies – a state of the art review on metals*. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 32(2-3):73-295.
- Löfgren, S (Ed.). 1999. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5030. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2000. *Miljötillståndet i skogsmark - integrerad övervakning*. Naturvårdsverket rapport 5071. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2001. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1999*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2001:10. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.). 2005. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2003*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2005:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2006. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2004*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2006:12, English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2007. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2005*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2007:11. English summary.
- Löfgren, S., Zetterberg, T., Larsson, P-E., Cory, N., Klarqvist, M. Kronnäs, V. & Lång, L-O. 2008. *Skogsmarkskalkningens effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling*. Skogsstyrelsen rapport 16, 2008, 124 pp.
- Moldan, F., Kronnäs, V., Wilander, A., Karlton, E. & Cosby, B.J. 2004. *Modelling acidification and recovery of Swedish lakes*. Water Air Soil Pollut. Focus. 4(2-3):139-160.
- Monteith, D.T., Soddard, J.L., Evans, C.D., de Wit, H.A., Forsius, M., Høgåsen, T., Wilander, A., Skjelkvåle, B.L., Jeffries, D.S., Vuorenmaa, J., Keller, B., Kopáček, J., Vesely, J. 2007. *Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry*. Nature, 450:537-541.
- Naturvårdsverket. 2003. *Bara naturlig försurning. Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Naturvårdsverket Rapport 5317.
- Skjelkvåle, B.L. 2007. *Övervakning av langtransporterte forurensninger 2006 – Sammenendragsrapport*, SFT TA-2274/2007, sid. 86.
- SYKE 1998. *Manual for integrated monitoring*. IM Program Centre, Helsingfors.
www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm
- Warfvinge, P. & Bertills, U. (eds.). 2000. *Naturens återhämtning från försurning – aktuell kunskap och framtidsscenarioer*. Naturvårdsverket rapport 5028, 96 sid.
- Westling, O., Hultberg, H. & Malm, G. (1995). *Total deposition and tree canopy internal circulation of nutrients in a strong acid deposition gradient in Sweden, as reflected by throughfall fluxes*. L.O. Nilsson, R. F. Hüttl och U. T. Johansson (eds.), Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems, Kluwer Academic Publishers. Holland, 639-647.

Appendix

Halter

I Tabellbilagan redovisas medel- och medianvärden för halter av olika ämnen i deposition på öppet fält (Bulk deposition), krondropp (Throughfall), markvatten (Soil water), grundvatten (Groundwater) och bäckvatten (Stream water) i Gårdsjön, Aneboda och Kindla under 2006. Mark- och grundvatten insamlas både i inströmningsområden (Recharge area) och utströmningsområden (Discharge area). Statistisk spridning redovisas som CV (Coefficient of Variation) och n_T visar antalet mättillfällen under året. Antalet analyser överstiger n_T i markvattnet eftersom 6-9 lysimetrar analyseras vid varje mättillfälle och på varje provtagningsnivå (n_o = totala antalet observationer).

Halterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 1:	Halter i luft: SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ , O ₃
Appendix 2:	Allmänt: pH, konduktivitet, kisel
Appendix 3:	Kväve: Tot-N, Org-N, NO ₃ -N, NH ₄ -N Fosfor: Tot-P, Res-P, PO ₄ -P Organiskt material: DOC, Abs f 420 nm
Appendix 4:	Jonbalans – Gårdsjön
Appendix 5:	Jonbalans – Aneboda
Appendix 6:	Jonbalans – Kindla
Appendix 7:	Jonbalans – Gammtratten
Appendix 8:	Metaller: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd
Appendix 9:	Metaller: Hg, Metyl-Hg, Cr, Ni, Co, V, As, B

Transporter

Transporter i deposition på öppet fält, krondropp, förnafall (Litterfall) och bäckvatten har beräknats utifrån halter och uppmätta och/eller modellerade vattenflöden i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. Förnafallet inkluderar alla fraktioner.

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 10:	Näringsämnen: N, P, C
Appendix 11:	Jonflöden: Anjoner och katjoner
Appendix 12:	Metallflöden: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd

Biologiska mätningar

Appendix 13:	Nedbrytning av förna (Standardrespiration)
Appendix 14:	Epifytiska lavar på grenar
Appendix 15:	Epifytiska alger på barr och lavar på grenar
Appendix 16:	Biodiversitet i undervegetationen på intensivtytor
Appendix 17:	Kemisk sammansättning på barr och förnafall
Appendix 18:	Biomassa och bioelement i träd

Klimat och hydrologi

Appendix 19:	Lufttemperatur och nederbörd
Appendix 20:	Vattenbalanser
Appendix 21:	Viktiga observationer

Appendix (English)

Concentrations

In the appendix, mean and median values on concentrations of different elements and substances are reported for bulk deposition at opened field, throughfall, soil water, groundwater and stream water in Gårdsjön, Aneboda and Kindla during 2006. Soil water and groundwater were collected both in recharge and discharge areas. Statistical variations are reported as Coefficient of Variation (CV) and n_T shows the number of samplings occasions during the year. In soil water, the numbers of analyses are much larger than n_T , since 6-9 lysimeters are sampled at each sampling occasion and at each sampling depth (n_o = total number of obs.).

The concentrations are found in the following order:

Appendix 1:	Concentrations in air: SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ , O ₃
Appendix 2:	General: pH, conductivity, Si
Appendix 3:	Nitrogen: Tot-N, Org-N, NO ₃ -N, NH ₄ -N Phosphorus: Tot-P, Res-P, PO ₄ -P Organic matter: DOC, Abs f 420 nm
Appendix 4:	Ion balances – Gårdsjön
Appendix 5:	Ion balances – Aneboda
Appendix 6:	Ion balances – Kindla
Appendix 7:	Ion balances – Gammtratten
Appendix 8:	Metals: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd
Appendix 9:	Metals: Hg, Metyl-Hg, Cr, Ni, Co, V, As, B

Fluxes

The fluxes in deposition on open field, throughfall, litterfall and stream water have been calculated from measured concentrations and measured and/or simulated water discharge values in Gårdsjön, Aneboda and Kindla. Litterfall fluxes include all fractions.

The fluxes are found in the following order:

Appendix 10:	Nutrients: N, P, C
Appendix 11:	Ions: Anions and cations
Appendix 12:	Metals: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd

Biological measurements

Appendix 13:	Decomposition in field (litter bags), standardised litter
Appendix 14:	Epiphytic lichens on twigs
Appendix 15:	Epiphytic algae on needles and lichens on twigs of spruce
Appendix 16:	Biodiversity in understorey vegetation: intensity plots
Appendix 17:	Chemistry of spruce needles and needles in litterfall
Appendix 18:	Biomass and bioelements in trees

Meteorology and hydrology

Appendix 19:	Air temperature and precipitation
Appendix 20:	Water balances
Appendix 21:	Important observations

	Unit	Year	Gårdsjön			Aneboda			Kindla			Gammtratten		
			Mean	Median	CV	Mean	Median	CV	Mean	Median	CV	Mean	Median	CV
			n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Sulphur dioxide, SO ₂ *	µg S m ⁻³	1996	0,78	0,59	62%	12	0,87	0,65	82%	12	0,34	0,23	-	-
		1997	0,41	0,38	50%	12	0,40	0,36	65%	12	0,22	0,16	-	-
		1998	0,44	0,41	44%	12	0,40	0,35	65%	12	0,21	0,15	-	-
		1999	0,43	0,40	38%	12	0,33	0,31	40%	12	0,22	0,19	0,26	98%
		2000	0,34	0,36	27%	12	0,31	0,31	37%	12	0,23	0,20	0,20	54%
		2001	0,38	0,35	39%	12	0,34	0,29	47%	12	0,26	0,21	0,37	82%
		2002	0,34	0,31	32%	12	0,27	0,24	34%	12	0,21	0,19	0,21	36%
		2003	0,38	0,36	43%	12	0,35	0,29	42%	12	0,26	0,23	0,24	47%
		2004	0,46	0,33	68%	12	0,38	0,35	45%	12	0,28	0,24	0,29	46%
		2005	0,48	0,31	115%	12	0,39	0,28	73%	12	0,24	0,25	0,32	114%
		2006	0,42	0,38	39%	12	0,41	0,39	42%	11	0,34	0,29	0,34	67%
Nitrogen dioxide, NO ₂ *	µg N m ⁻³	1996	1,29	1,05	44%	12	0,71	0,56	51%	12	0,42	0,38	-	-
		1997	1,33	1,08	58%	12	0,91	0,72	80%	12	0,50	0,31	-	-
		1998	1,28	0,94	56%	12	0,81	0,59	66%	12	0,47	0,39	-	-
		1999	1,26	1,00	47%	12	0,70	0,56	64%	12	0,46	0,44	0,19	59%
		2000	1,11	0,95	43%	12	0,69	0,50	68%	12	0,36	0,30	0,15	52%
		2001	1,07	1,10	44%	12	0,60	0,64	50%	12	0,36	0,36	0,15	67%
		2002	1,39	1,17	54%	12	0,57	0,45	75%	12	0,34	0,29	0,15	55%
		2003	1,05	0,80	48%	12	0,66	0,56	60%	12	0,35	0,28	0,19	53%
		2004	1,00	0,89	45%	12	0,57	0,49	54%	12	0,37	0,33	0,14	46%
		2005	1,05	0,95	30%	12	0,68	0,57	51%	12	0,39	0,37	0,15	67%
		2006	1,04	1,00	45%	12	0,68	0,58	63%	12	0,38	0,30	0,17	58%

*Gas concentrations at ambient air temperature

OBS. During January - March 2003, data from Gårdsjön are collected from the nearby station Hensbacka

	Unit	Year	Gårdsjön		
			Mean	Median	CV
			n	n	n
Ozone, O ₃ *	µg O ₃ m ⁻³	2002	52	54	26%
		2003	49	49	28%
		2004	48	46	21%
		2005	50	49	36%
		2006	51	49	24%

pH	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	
Bulk deposition	4,95	4,86	8%	12	12	4,84	4,70	13%	12	12	4,92	4,87	7%	12	12	
Throughfall	4,96	4,87	10%	12	12	5,07	4,85	14%	11	12	5,05	5,10	9%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,70	4,73	2%	4	4	4,11	4,14	9%	8	4	4,45	4,54	4%	15	1	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,85	4,85	1%	4	4	4,74	4,77	5%	27	4	4,69	4,78	5%	16	-	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	4,91	4,89	3%	4	4	5,01	4,92	5%	12	4	4,78	4,78	7%	18	3	
Groundwater, recharge area, F1:4	4,70	4,73	5%	4	5	4,76	4,7	3%	3	3	4,55	4,56	2%	4	3	
Groundwater, recharge area, F1:4	4,47	4,44	2%	4	5	5,25	5,44	11%	4	4	5,51	5,47	3%	4	3	
Groundwater, discharge area, F1:5	4,35	4,34	2%	24	26	4,52	4,50	3%	22	22	4,61	4,62	3%	24	22	
Stream water																

Cond ₂₅ (mS m ⁻¹)	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	
Bulk deposition	1,8	1,9	38%	12	12	2,4	2,1	52%	12	12	1,4	1,5	39%	12	12	
Throughfall	4,9	4,7	41%	12	12	3,0	2,3	60%	11	12	2,9	3,1	27%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	7,1	6,9	18%	4	4	8,7	8,6	22%	8	4	3,4	3,2	25%	15	3	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	6,8	6,7	13%	4	4	6,2	2,9	104%	27	4	3,0	2,9	18%	16	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	6,2	6,1	7%	4	4	9,0	8,8	32%	12	4	2,8	2,8	26%	18	3	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	8,3	8,4	22%	4	5	8,2	9,0	26%	3	3	3,2	3,3	6%	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	8,5	8,2	21%	4	5	7,8	7,4	35%	4	4	3,5	3,5	9%	4	4	
Stream water	8,2	7,8	13%	24	26	5,9	5,7	13%	22	22	3,0	3,0	9%	24	24	

Si (mg l ⁻¹)	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,9	5,4	28%	3	4	6,2	6,2	35%	2	2	3,9	4,2	36%	13	3	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	3,2	3,3	23%	3	4	5,5	5,3	38%	22	4	4,0	4,3	28%	13	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3,1	3,0	36%	3	4	7,4	7,9	26%	9	3	5,5	5,0	27%	12	3	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	2,2	2,0	33%	4	4	3,8	4,2	22%	3	3	2,9	3,0	46%	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	3,1	3,0	36%	4	4	8,2	8,5	38%	4	4	5,4	5,6	34%	4	4	
Stream water	3,1	3,2	25%	24	26	3,5	3,5	15%	22	22	2,8	2,7	17%	24	24	

	Gårdsjön*				Aneboda				Kindla				Gammitraffen			
	Mean	Median	CV	n _t	Mean	Median	CV	n _t	Mean	Median	CV	n _t	Mean	Median	CV	n _t
Tot-N µg/l																
Bulk deposition	881	730	50%	12	1245	895	55%	11	11	712	661	53%	12	520	445	57%
Throughfall	1451	1286	42%	12	1245	895	55%	11	11	976	934	27%	12	393	287	56%
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	438	267	42%	4	1202	1202	49%	2	2	323	311	41%	13	3	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	377	424	65%	4	381	283	80%	19	4	215	147	88%	13	3	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	402	446	78%	4	451	354	49%	5	3	295	266	35%	12	3	210	222
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	494	305	77%	4	5	313	212	61%	3	532	616	45%	3	4	762	923
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	655	623	29%	4	5	2114	1582	79%	4	4	1414	1374	56%	4	1601	933
Stream water	376	390	29%	24	479	408	26%	22	22	279	250	33%	24	303	319	26%
Org-N µg/l																
Bulk deposition	123	72	135%	12	205	102	126%	11	11	115	111	60%	12	116	109	62%
Throughfall	284	284	151%	12	408	263	81%	11	11	456	443	43%	12	112	108	74%
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	434	420	11%	4	1145	1145	50%	2	2	316	297	34%	12	3	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	256	254	7%	4	325	249	77%	18	4	197	127	92%	12	3	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	208	201	29%	4	392	314	54%	5	3	267	234	37%	12	3	203	214
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	458	290	85%	4	5	301	201	64%	3	381	411	86%	3	4	602	717
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	415	442	30%	4	5	1563	1026	104%	4	4	1347	1399	58%	4	1516	893
Stream water	341	380	32%	24	407	416	27%	22	22	260	234	34%	24	282	304	29%
NO₃-N µg/l																
Bulk deposition	399	299	54%	12	531	32	37%	12	12	310	337	51%	12	215	201	54%
Throughfall	747	573	59%	12	330	273	79%	11	11	313	267	61%	12	172	141	64%
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	1	1	0%	4	22	22	45%	2	2	8	8	44%	13	3	7	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4	1	137%	4	11	12	40%	22	4	8	5	64%	13	3	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	281	306	68%	4	17	17	30%	9	3	9	10	45%	12	3	5	40%
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	26	16	149%	4	5	4	42%	3	3	7	3	130%	4	4	89	84
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	164	134	119%	4	5	16	82%	22	4	14	15	57%	4	4	24	26
Stream water	27	10	150%	24	26	41	96%	22	22	8	9	59%	24	13	7	75%
NH₄-N µg/l																
Bulk deposition	359	299	54%	12	492	32	60%	12	12	287	237	75%	12	189	137	90%
Throughfall	419	284	88%	12	209	184	86%	11	11	206	177	67%	12	109	75	93%
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	3	1	138%	4	98	89	66%	7	4	19	11	85%	14	3	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	119	1	198%	4	26	143%	27	4	16	12	93%	15	3	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	15	13	38%	4	4	45	26	108%	12	4	20	145%	18	3	2	50%
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	10	10	97%	4	5	0	0	11%	3	17	17	45%	3	4	71	90
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	75	96	68%	4	5	535	520	52%	4	15	12	74%	4	4	62	72
Stream water	9	1	110%	24	26	31	79%	22	22	11	10	57%	24	7	3	51%
Tot-P µg/l																
Bulk deposition	9	4	216%	12	4	3	107%	10	10	6	2	198%	11	11	3	73%
Throughfall	14	7	149%	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	2.2	1.0	114%	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	9.5	4.5	131%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3.0	3.0	54%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	10.0	4.0	132%	4	5	9	59%	3	3	86	114	59%	3	4	10313	3716
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	7.0	4.8	65%	4	5	452	484	32%	4	162	171	33%	4	4	3527	313
Stream water	5.6	5.0	44%	24	26	10	7	75%	22	5	3	103%	24	24	12	8
PO₄-P µg/l																
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DOC mg/l																
Bulk deposition	1.6	1.2	69%	12	2.1	1.6	69%	11	11	1.9	1.6	36%	12	1.7	1.8	43%
Throughfall	10.7	8.6	87%	12	6.7	6.9	38%	10	10	13.9	13.1	35%	12	3.1	2.9	58%
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	17.7	17.8	13%	4	53.9	57.6	54%	5	4	12.2	7.8	71%	15	3	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	9.8	9.8	5%	4	4	4.1	48%	26	4	7.1	4.6	115%	16	3	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	7.1	7.1	29%	4	9.4	6.0	87%	11	3	11.1	9.0	42%	17	3	5.8	4.7
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	39.9	6.7	175%	4	5	3.1	3.4	48%	3	5.2	4.8	64%	3	4	4.0	4.4
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	13.9	13.9	38%	4	5	32.3	28%	4	4	12.8	14.3	38%	4	4	2.6	2.1
Stream water	17.6	16.6	35%	24	26	21.5	19.7	46%	22	9.0	8.4	46%	24	24	7.1	7.0
Abs f 420 nm																
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0.177	0.005	72%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0.045	0.046	9%	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0.035	0.033	58%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2.4-3.2 m	0.088	0.045	104%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1, 1 m	0.175	0.130	50%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0.182	0.180	33%	24	26	0.467	0.383	79%	22	22	0.118	0.100	57%	24	24	0.140

* Beräknat som Abs f 420 nm = Färg (mg PVL)/500

Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _T		Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,024	0,023	39%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,009	0,008	41%	12	12
Throughfall		0,056	0,052	40%	12	12		0,034	0,033	30%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,163	0,162	9%	4	5		0,015	0,013	40%	4	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,213	0,216	4%	4	4		0,029	0,027	31%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,202	0,196	16%	4	4		0,018	0,016	19%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,132	0,139	32%	4	5		0,052	0,046	63%	4	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,185	0,131	57%	4	5		0,039	0,033	64%	4	5
Stream water		0,146	0,131	31%	24	26		0,030	0,027	50%	24	26
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,040	0,035	84%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,011	0,010	65%	12	12
Throughfall		0,148	0,126	56%	12	12		0,044	0,044	45%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,461	0,423	20%	4	5		0,131	0,126	21%	4	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,214	0,207	27%	4	4		0,088	0,064	19%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,209	0,199	20%	4	4		0,062	0,060	13%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,384	0,354	32%	4	5		0,091	0,090	18%	4	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,337	0,290	25%	4	5		0,111	0,083	66%	4	5
Stream water		0,347	0,332	22%	24	26		0,082	0,077	14%	24	26
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,029	0,025	48%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,042	0,035	75%	12	12
Throughfall		0,053	0,041	59%	12	12		0,133	0,113	48%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	39%	4	5		0,328	0,313	10%	4	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	137%	4	4		0,223	0,221	10%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,020	0,022	68%	4	4		0,351	0,348	8%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,002	0,001	149%	4	5		0,404	0,391	10%	4	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,012	0,010	119%	4	5		0,379	0,373	13%	4	5
Stream water		0,002	0,001	150%	24	26		0,373	0,384	12%	24	26
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,006	0,002	137%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,059	0,043	83%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,016	0,015	5%	4	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-	-	-	-	-		0,020	0,020	42%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,011	0,010	104%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		-	-	-	-	-		0,011	0,011	23%	4	5
Groundwater, discharge area, F1:5		-	-	-	-	-		0,010	0,011	43%	4	5
Stream water		-	-	-	-	-		0,011	0,011	30%	24	26
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,009	0,007				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,026	0,021	54%	12	12
Throughfall		0,061	0,047					0,030	0,020	88%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,092	0,094					0,001	0,001	2%	4	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,054	0,054					0,008	0,000	198%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,040	0,040					0,001	0,001	38%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,208	0,035					0,001	0,001	97%	4	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,068	0,067					0,005	0,007	69%	4	5
Stream water		0,084	0,079					0,001	0,000	110%	24	26
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,025	-0,029				H ⁺ mEq/l	0,011	0,014			
Throughfall		0,013	0,014					0,011	0,013			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-0,134	-0,118					0,020	0,019			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-0,067	-0,091					0,014	0,014			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,011	0,017					0,012	0,013			
Groundwater, recharge area, F1:4		0,040	0,044					0,020	0,019			
Groundwater, discharge area, F1:5		0,005	0,069					0,034	0,036			
Stream water		0,001	0,035					0,045	0,046			

Aneboda	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _T		Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,029	0,024	50%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,008	0,006	58%	12	12
Throughfall		0,033	0,029	51%	11	11		0,016	0,015	43%	11	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,113	0,092	101%	8	4		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,239	0,110	110%	27	4		0,020	0,013	93%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,249	0,185	87%	12	4		0,084	0,084	48%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,348	0,379	29%	3	3		0,098	0,098	3%	3	3
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,213	0,113	128%	4	4		0,184	0,165	45%	4	4
Stream water		0,157	0,160	29%	22	22		0,094	0,088	19%	22	22
Bulk deposition	Cl- mEq/l	0,021	0,013	93%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,006	0,005	62%	12	12
Throughfall		0,044	0,032	60%	11	11		0,014	0,012	46%	11	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,203	0,237	62%	8	4		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,228	0,061	129%	27	4		0,038	0,019	107%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,418	0,362	47%	12	4		0,099	0,097	22%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,293	0,330	29%	3	3		0,092	0,091	14%	3	3
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,217	0,215	14%	4	4		0,152	0,137	43%	4	4
Stream water		0,177	0,177	11%	22	22		0,083	0,081	16%	22	22
Bulk deposition	NO3- mEq/l	0,038	0,037	37%	12	12	Na+ mEq/l	0,021	0,016	85%	12	12
Throughfall		0,024	0,020	79%	11	11		0,034	0,027	64%	11	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,002	0,002	45%	2	2		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,001	0,001	40%	22	4		0,273	0,079	127%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,001	0,001	30%	9	3		0,507	0,408	47%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,000	0,000	42%	3	3		0,332	0,366	20%	3	3
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,001	0,001	82%	4	4		0,236	0,225	16%	4	4
Stream water		0,003	0,002	96%	22	22		0,227	0,225	8%	22	22
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K+ mEq/l	0,006	0,002	150%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,072	0,054	98%	11	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,251	-0,195	71%	4	2		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,158	-0,063	131%	25	4		0,007	0,008	75%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,035	-0,036	105%	11	3		0,005	0,005	82%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,071	-0,093	88%	3	3		0,018	0,017	42%	3	3
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,081	0,124	149%	4	4		0,011	0,011	13%	4	4
Stream water		-0,073	-0,073	-31%	22	22		0,019	0,019	37%	22	22
Bulk deposition	RCOO- mEq/l	0,012	0,008				NH4+ mEq/l	0,035	0,027	60%	12	12
Throughfall		0,040	0,038					0,015	0,013	86%	11	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,246	0,264					0,007	0,006	66%	7	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,026	0,022					0,005	0,002	143%	27	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,055	0,034					0,003	0,002	108%	12	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,017	0,018					0,001	0,001	57%	3	3
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,209	0,213					0,038	0,037	52%	4	4
Stream water		0,106	0,097					0,002	0,002	79%	22	22
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,047	-0,045				H+ mEq/l	0,014	0,020			
Throughfall		0,035	0,028					0,009	0,014			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-					0,078	0,072			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,130	-0,053					0,018	0,017			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,027	0,046					0,010	0,012			
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,101	-0,137					0,017	0,020			
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,152	0,209					0,006	0,004			
Stream water		0,088	0,073					0,030	0,032			

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _O	n _T		Mean	Median	CV	n _O	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,020	0,017	48%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,006	0,005	55%	12	12
Throughfall		0,043	0,031	70%	12	12		0,032	0,029	36%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,104	0,107	15%	15	3		0,007	0,007	31%	15	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,111	0,116	23%	15	3		0,009	0,009	47%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,094	0,104	39%	18	3		0,023	0,024	39%	18	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,105	0,102	10%	3	4		0,013	0,013	15%	3	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,119	0,107	25%	4	4		0,060	0,057	45%	4	4
Stream water		0,093	0,101	22%	24	24		0,025	0,025	17%	24	24
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,013	0,012	78%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,004	0,004	43%	12	12
Throughfall		0,046	0,040	66%	12	12		0,017	0,015	32%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,061	0,062	43%	15	3		0,012	0,012	24%	15	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,056	0,062	40%	15	3		0,013	0,012	21%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,053	0,054	23%	18	3		0,021	0,020	34%	18	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,059	0,065	46%	3	4		0,015	0,016	16%	3	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,049	0,047	16%	4	4		0,041	0,041	27%	4	4
Stream water		0,060	0,061	18%	24	24		0,022	0,022	12%	24	24
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,022	0,024	51%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,014	0,013	80%	12	12
Throughfall		0,022	0,019	61%	12	12		0,034	0,031	58%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,001	0,001	44%	13	3		0,097	0,099	18%	15	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,001	0,000	64%	13	3		0,097	0,096	10%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,001	0,001	45%	12	3		0,100	0,100	15%	18	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,000	0,000	130%	4	4		0,087	0,090	10%	3	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,001	0,001	57%	4	4		0,123	0,122	14%	4	4
Stream water		0,001	0,001	59%	24	24		0,107	0,111	10%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,005	0,003	144%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,074	0,054	58%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,081	-0,080	53%	13	3		0,004	0,004	58%	15	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,075	-0,061	52%	12	3		0,004	0,003	72%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,062	-0,066	44%	12	3		0,002	0,002	50%	18	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,069	-0,065	29%	4	4		0,004	0,004	42%	3	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,063	0,046	88%	4	4		0,007	0,006	46%	4	4
Stream water		-0,049	-0,047	-25%	24	24		0,003	0,003	58%	24	24
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,011	0,009				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,021	0,017	75%	12	12
Throughfall		0,083	0,080					0,015	0,013	67%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,059	0,039					0,001	0,001	85%	14	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,037	0,025					0,001	0,001	93%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,060	0,048					0,003	0,001	145%	18	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,026	0,024					0,001	0,001	83%	3	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,093	0,102					0,001	0,001	74%	4	4
Stream water		0,046	0,043					0,001	0,001	57%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,026	-0,029				H ⁺ mEq/l	0,012	0,013			
Throughfall		0,045	0,039					0,009	0,008			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,046	-0,048					0,035	0,029			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,045	-0,058					0,020	0,017			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,002	-0,013					0,017	0,017			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,129	0,123					0,028	0,028			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,118	0,132					0,003	0,003			
Stream water		0,004	-0,002					0,025	0,024			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _O	n _T		Mean	Median	CV	n _O	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,017	0,016	52%	12	12	Bulk deposition	0,009	0,008	70%	12	12
Throughfall		0,016	0,015	58%	12	12	Throughfall	0,008	0,007	66%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,027	0,032	56%	3	1	Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,045	0,050	49%	3	1
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,043	0,044	8%	3	3	Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,086	0,079	18%	3	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,037	0,032	33%	3	3	Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,042	0,047	26%	3	3
Stream water		0,045	0,044	14%	22	22	Stream water	0,067	0,070	28%	22	22
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,007	0,006	72%	12	12	Bulk deposition	0,003	0,003	45%	12	12
Throughfall		0,008	0,006	44%	12	12	Throughfall	0,004	0,004	47%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,017	0,017	18%	3	1	Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,018	0,020	24%	3	1
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,048	0,034	54%	3	3	Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,024	0,022	14%	3	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,033	0,033	48%	3	3	Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,014	0,015	33%	3	3
Stream water		0,021	0,022	21%	22	22	Stream water	0,027	0,029	27%	22	22
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,015	0,014	54%	12	12	Bulk deposition	0,008	0,005	89%	12	12
Throughfall		0,012	0,010	64%	12	12	Throughfall	0,008	0,006	63%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	40%	3	1	Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,063	0,067	20%	3	1
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,006	0,006	92%	3	3	Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,106	0,078	50%	3	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,002	0,002	33%	3	3	Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,072	0,069	8%	3	3
Stream water		0,001	0,001	75%	22	22	Stream water	0,069	0,073	20%	22	22
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	Bulk deposition	0,003	0,001	122%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-	Throughfall	0,012	0,007	90%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,053	0,058	69%	3	1	Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,002	0,001	125%	3	1
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,068	0,068	1%	3	3	Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,017	0,013	66%	3	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,027	0,027	19%	2	3	Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,006	0,005	37%	3	3
Stream water		0,045	0,050	81%	22	22	Stream water	0,005	0,005	45%	22	22
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,010	0,010				Bulk deposition	0,014	0,010	90%	12	12
Throughfall		0,019	0,017				Throughfall	0,008	0,005	93%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-				Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-				Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,045	0,036				Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,000	0,000	50%	3	1
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,034	0,037				Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,005	0,006	48%	3	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,018	0,015				Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,004	0,005	70%	3	3
Stream water		0,055	0,057				Stream water	0,001	0,000	51%	22	22
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,018	-0,020				Bulk deposition	0,012	0,010			
Throughfall		-0,004	-0,007				Throughfall	0,008	0,010			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-				Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,066	-			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-				Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,084	0,089				Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,002	0,002			
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,136	0,108				Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,001	0,001			
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,062	0,069				Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,004	0,003			
Stream water		0,100	0,110				Stream water	0,002	0,002			

		Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	Al mg/l (Acid sol.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,13	1,11	23,8	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,82	0,83	109%	22	4	0,93	0,92	21,5	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,83	0,77	44%	8	4	0,77	0,78	28,3	18	3	0,10	0,11	62%	3	1
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bulk deposition	Al tot mg/l (IVL)	-	-	-	-	-	0,023	0,022	63%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,030	0,023	72%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		1,37	1,41	9%	4	4	-	-	-	-	-	1,13	1,11	25%	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		1,15	1,17	11%	4	4	1,820	0,830	110%	22	4	0,93	0,92	22%	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,61	0,59	27%	4	4	0,830	0,770	46%	8	3	0,77	0,75	29%	18	3	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,33	0,53	43%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,80	0,86	34%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,63	0,61	14%	24	26	0,45	0,40	44%	22	22	0,62	0,57	29%	24	24	0,17	0,18	45%	22	22	
Bulk deposition	Al org mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,85	0,84	10%	4	4	-	-	-	-	-	0,54	0,47	77%	7	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,58	0,57	7%	4	4	-	-	-	-	-	0,31	0,18	124%	9	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,33	0,34	31%	4	4	-	-	-	-	-	52,00	0,52	28%	9	3	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,44	0,30	66%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,50	0,45	43%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,45	0,46	30%	24	26	0,34	0,31	53%	22	22	0,36	0,32	54%	24	24	0,17	0,18	45%	22	22	
Bulk deposition	Al inorg mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,52	0,52	21%	4	4	-	-	-	-	-	0,52	0,59	28%	7	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,57	0,59	19%	4	4	-	-	-	-	-	0,64	0,69	31%	9	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,28	0,27	30%	4	4	-	-	-	-	-	0,26	0,26	56%	9	3	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,24	0,26	58%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,29	0,27	28%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,18	0,16	64%	24	26	0,11	0,10	25%	22	22	0,26	0,27	25%	24	24	0,00	0,00	169%	22	22	
Bulk deposition	Fe mg/l	-	-	-	-	-	0,029	0,030	42%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,042	0,032	83%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,15	0,15	14%	4	4	-	-	-	-	-	0,096	0,037	135%	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,06	0,06	29%	4	4	0,010	0,009	47%	22	4	0,035	0,013	153%	15	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,07	0,05	104%	4	4	1,05	0,34	136%	8	4	0,509	0,223	125%	18	3	0,42	0,49	80%	3	1
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,20	0,24	64%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		1,08	1,25	51%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,66	0,62	31%	24	26	1,25	0,87	98%	22	22	0,66	0,30	154%	24	24	0,50	0,37	58%	22	22	
Bulk deposition	Mn mg/l	0,002	0,001	123%	12	12	0,009	0,002	224%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,092	0,073	76%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,07	0,09	53%	4	4	-	-	-	-	-	0,006	0,005	26%	15	1	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,06	0,07	49%	4	4	0,160	0,042	173%	22	4	0,006	0,006	46%	15	1	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,05	0,04	85%	4	4	0,067	0,064	38%	8	4	0,015	0,013	46%	18	1	0,004	0,004	51%	3	1
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,07	0,08	75%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,08	0,09	66%	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,09	0,09	66%	24	26	0,06	0,05	16%	22	22	0,04	0,04	20%	24	24	0,02	0,02	59%	22	22	
Bulk deposition	Cu µg/l	1,1	0,9	81%	12	12	1,4	1,0	73%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	2,2	1,4	110%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,4	0,5	100	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,6	0,5	59	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	0,52	0,45	44%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bulk deposition	Pb µg/l	0,7	0,6	37%	12	12	1,5	1,0	90%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	1,4	0,8	86%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,8	0,7	67,3	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,9	0,6	81,1	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	1,01	0,69	89%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bulk deposition	Zn µg/l	6,8	5,9	59%	12	12	9,8	9,7	65%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	12,4	12,0	55%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	138	110	72	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	74	44	89	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	3,72	3,25	43%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bulk deposition	Cd µg/l	0,04	0,03	50%	12	12	0,04	0,03	65%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,04	0,04	51%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,15	0,10	88	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,11	0,10	75	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	0,04	0,04	37%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

		Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r
Bulk deposition	Hg ng/l	-	-	-	-	-	7,7	5,7	87%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	22,5	11,9	105%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,8	1,7	59	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	2,6	2,0	116	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		8,6	5,2	175%	24	24	10,6	8,1	90%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Metyl-Hg ng/l	-	-	-	-	-	0,30	0,17	123%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,57	0,27	137%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	<0,06	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	<0,06	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		1,2	0,4	156%	25	26	1,8	1,2	143%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Cr µg/l	0,18	0,20	59%	12	12	0,07	0,10	64%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,10	0,09	68%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,6	0,4	65	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,8	0,8	23	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,65	0,60	40%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Ni µg/l	0,28	0,24	63%	12	12	0,55	0,43	86%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,45	0,34	63%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,6	1,0	88	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,1	1,3	34	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,56	0,46	56%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Co µg/l	0,02	0,02	66%	12	12	0,02	0,02	63%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,04	0,03	82%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	3,9	1,2	131	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	2,5	2,6	37	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,93	0,83	33%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	V µg/l	0,75	0,68	36%	12	12	0,46	0,38	52%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,54	0,42	52%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,2	0,2	45	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,4	0,3	70	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	1,38	1,20	48%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	As µg/l	0,07	0,05	45%	12	12	0,16	0,12	70%	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,19	0,14	72%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,1	0,1	64	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,2	0,2	51	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,41	0,34	68%	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	4,6	5,0	1,5	11,4	-	0,13	19
Throughfall	3,3	5,5	2,6	11,8	-	0,12	79
Litterfall				67,2		3,97	1922
Stream water	0,7	0,2	2,5	2,7	-	0,04	133

Aneboda	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,2	3,8	1,0	8,0	-	0,02	12
Throughfall	1,4	2,0	2,4	5,7	-	-	46
Litterfall				26,8		2,21	1227
Stream water	0,08	0,12	1,4	1,6	0,016	0,029	75

Kindla	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,3	3,4	1,1	8,4	-	0,09	20
Throughfall	1,2	2,1	3,2	6,8	-	-	100
Litterfall				10,1		0,63	596
Stream water	0,05	0,04	1,2	1,3	0,017	0,017	45

Gammtratten	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,2	1,4	0,8	3,6	-	0,02	13
Throughfall	0,5	0,8	0,7	2,1	-	-	18
Litterfall				7,9		0,92	527
Stream water	0,04	0,06	1,4	1,5	0,022	0,047	42

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	32	71	36		20	159	-32
Throughfall	45	154	39		46	284	8
Litterfall	37						
Stream water	110	262	1,5	0	61	434	1

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	12	19	71	6	33	19	159	0
Throughfall	30	38	132	45	24	15	284	0
Litterfall	187	55	7	15				
Stream water	23	62	281	8	5	34	412	-21

Aneboda	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	20	24	27	0	8	79	-31
Throughfall	18	30	14	0	35	98	18
Litterfall	14						
Stream water	57	60	0,8	0	36	154	29

Aneboda	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	6	7	24	4	23	17	79	0
Throughfall	9	8	24	39	10	8	98	0
Litterfall	104	22	1	11				
Stream water	33	29	77	8	0,5	12	159	5

Kindla	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	21	17	24	0	9	71	-29
Throughfall	28	32	15	0	49	125	31
Litterfall	6						
Stream water	56	29	0,3	0	22	107	-7

Kindla	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	6	5	18	4	23	16	71	0
Throughfall	21	11	25	49	9	9	125	0
Litterfall	33	8	0	4				
Stream water	12	11	54	1	0,4	17	96	-11

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	11	5	10	0	6	32	-11
Throughfall	8	4	6	0	8	25	-1
Litterfall	5						
Stream water	21	10	0,4	14	29	73	43

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	6	2	5	2	9	9	32	0
Throughfall	4	2	4	6	4	5	25	0
Litterfall	46	10	0	5				
Stream water	29	12	30	2	0,3	2	76	3

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-			-	2	1,1	0,9	6,9	0,04
Throughfall	-			-	-	-	-	-	-
Litterfall	94			97	373	-	-	-	-
Stream water	476	338	135	494	66	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-			-	-	-	-	-	-
Throughfall	18,9			25,2	59,0	1,7	0,7	7,3	0,02
Litterfall	31			37	418	1,0	0,5	18,4	0,05
Stream water	147	113	34	346	21	0,2	0,3	1,3	0,01

Kindla	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-			-	-	-	-	-	-
Throughfall	-			-	-	-	-	-	-
Litterfall	19			15	135	0,4	0,5	8,2	0,02
Stream water	325	176	149	166	22	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-			-	-	-	-	-	-
Throughfall	-			-	-	-	-	-	-
Litterfall	13			12	147	0,4	0,3	10,7	0,02
Stream water	98	95	4	211	10	-	-	-	-

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	190	291	22	974	97
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	50,0	0,40	-	-	-	-	-
Stream water	4,6	0,61	-	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	11,0	0,2	61	267	28	326	110
Litterfall	18,4	-	2600	2830	-	121	19
Stream water	-	-	202	170	304	437	120

Kindla	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	9,7	-	3520	3940	-	77	14
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	8,6	-	9060	6780	-	70	18
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Decomposition in field (litter bags), standardized litter

Sampling place Incubation period	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtratten		
	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Sampling date	971008			971112			971001					
Decomposition ratio 1997 (weight loss in % of original weight)	Mean	57,1	69,7	34,0	58,0	73,0	26,9	48,0	69,3	-	-	-
	median	32,7	55,4	33,0	57,1	75,3	27,0	49,0	71,1	-	-	-
	n ₀	18	15	19	19	18	18	18	18	-	-	-
Sampling date	981007			981109			981005					
Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)	Mean	40,6	65,2	38,7	64,8	77,0	36,4	59,5	75,3	-	-	-
	median	41,5	62,2	37,8	70,8	77,3	37,1	60,4	75,0	-	-	-
	n ₀	18	18	19	17	17	18	18	18	-	-	-
Sampling date	991019			991027			991114					
Decomposition ratio 1999 (weight loss in % of original weight)	Mean	35,6	65,3	30,7	60,0	65,3	30,1	61,5	69,8	-	-	-
	median	34,4	67,3	30,7	59,5	64,9	29,0	60,6	73,0	-	-	-
	n ₀	18	19	17	17	16	16	16	15	-	-	-
Sampling date	001011			001101			001003			001003		
Decomposition ratio 2000 (weight loss in % of original weight)	Mean	33,4	61,7	38,1	61,8	67,4	30,2	51,7	71,5	25,1	-	-
	median	32,8	61,0	37,0	62,3	66,3	29,7	54,5	74,3	25,0	-	-
	n ₀	18	18	18	17	17	16	18	18	18	-	-
Sampling date	011103			011106			011123			010926		
Decomposition ratio 2001 (weight loss in % of original weight)	Mean	34,6	61,6	36,2	62,2	66,3	33,3	63,3	74,0	33,7	46,2	-
	median	32,9	62,2	35,8	60,1	64,8	32,6	66,5	75,7	31,1	46,2	-
	n ₀	18	18	18	17	16	18	18	18	18	18	-
Sampling date	021029			021030			021016			020920		
Decomposition ratio 2002 (weight loss in % of original weight)	Mean	32,5	65,7	30,5	67,4	70,7	27,2	57,7	74,2	32,5	55,8	60,1
	median	31,1	67,0	30,0	71,1	71,7	26,7	59,0	74,6	33,2	56,4	62,9
	n ₀	18	18	18	18	17	18	18	17	18	18	18

Sampling place Incubation period	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtratten		
	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Sampling date	031030			031024			031110			031001		
Decomposition ratio 2003 (weight loss in % of original weight)	Mean	25,8	55,3	68,8	30,1	53,6	65,0	29,9	57,4	73,4	24,5	58,0
	median	25,5	54,5	70,6	28,5	54,2	66,4	29,8	58,7	73,1	24,4	59,8
	n ₀	18	18	16	18	18	14	18	18	18	18	16
Sampling date	041116			041027			041020			041011		
Decomposition ratio 2004 (weight loss in % of original weight)	Mean	37,5	60,8	65,9	41,7	66,2	62,8	28,4	56,1	69,5	24,4	42,4
	median	34,0	62,8	68,1	40,7	67,6	65,0	29,2	59,4	72,1	23,5	43,1
	n ₀	17	17	14	18	17	17	18	18	18	17	18
Sampling date	051115			051011			051103			051006		
Decomposition ratio 2005 (weight loss in % of original weight)	Mean	33,4	64,2	71,8	31,9	59,7	75,9	26,2	57,9	70,5	26,0	41,0
	median	35,5	65,2	71,7	34,8	59,9	78,0	25,8	55,8	74,1	24,4	42,3
	n ₀	18	18	18	15	15	14	17	18	18	18	18
Sampling date	061115			061026			061013			060927		
Decomposition ratio 2006 (weight loss in % of original weight)	Mean	33,9	65,3	77,9	36,9	56,3	71,1	26,2	49,2	71,5	19,9	40,8
	median	33,9	66,7	80,1	35,9	53,4	75,1	26,6	47,0	73,0	19,6	36,4
	n ₀	17	18	17	18	15	15	18	18	18	18	16

Epiphytic lichens on tree trunks

NB All figures recalculated 2007, i.e. some differences compared to earlier annual reports!

Gårdsjön 1996	1996						2001						2006					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total					30	20					33	20					35	20
n:o of lichens per tree: birch		7,0				1		12,0				1		13,0				1
n:o of lichens per tree: Norway spruce		5,7	6,0	24		7		6,6	7,0	15		7		7,4	8,0	11		7
n:o of lichens per tree: Scots pine		7,8	9,0	31		11		7,9	8,0	12		11		7,4	8,0	17		11
n:o of lichens per tree: oak		9,0				1		9,0				1		10,0				1
n:o of lichens per tree: all tree species		7,1	6,5	31		20		7,7	8,0	20		20		7,8	8,0	22		20
point freq. dominant 1, %	Lep inca	15,8	12,1	105,1		18	Lep inca	16,6	13,3	89,8		19	Lep inca	10,2	6,8	104		18
point freq. dominant 2, %	Hyp phys	11,1	9,4	67,34		12	Hyp phys	7,8	5,8	91,3		20	Hyp phys	7,0	3,0	165		18
point freq. dominant 3, %	Cla conr	6,4	2,5	141,5		12	Cla squa	5,5	0,0	165		9	Cla squa	5,8	0,0	179		9
sensitivity index per tree: birch		2,4			3	1		1,7			3	1		2,3			5	1
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,9	1,5	59	8	7		2,0	1,6	54	8	7		2,5	2,1	35	7	7
sensitivity index per tree: Scots pine		2,2	2,2	31	11	11		2,4	2,6	35	11	11		2,2	2,0	24	7	11
sensitivity index per tree: oak		2,4			5	1		3,6			5	1		3,6			2	1
sensitivity index per tree: all tree species		2,1	2,0	39	14	20		2,3	1,8	41	14	20		2,4	2,2	29	10	20

Aneboda	1997						2002					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
number of lichen species total					30	20					21	20
n:o of lichens per tree: Norway spruce		8,8	9,0	43		19		6,9	7,0	39		19
n:o of lichens per tree: Scots pine		13,0	n/a	n/a		1		8,0	8,0	n/a		1
n:o of lichens per tree: all tree species		9,1	10,0	42		20		7,0	7,0	38		20
point freq. dominant 1, %	Lec abie	34,9	34,6	74,56		18	Lep inca	22,2	13,9	74,4		20
point freq. dominant 2, %	Lep inca	33,5	31,1	55,07		16	Lec abie	20,2	16,8	88,7		17
point freq. dominant 3, %	Hyp phys	5,2	2,6	114,6		16	Cla squa	2,0	0,0	207		7
sensitivity index per tree: Norway spruce		3,9	3,9	40	8	19		3,2	3,3	60	7	19
sensitivity index per tree: Scots pine		1,1	1,1	n/a	2	1		4,3	4,2	29	4	1
sensitivity index per tree: all tree species		3,8	3,9	44	8	20		3,8	3,7	43	8	20

Kindla	1998						2004					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total					31	20					27	20
n:o of lichens per tree: birch		10,2	11,0	22		5		10,2	10,0	15		5
n:o of lichens per tree: Norway spruce		8,2	8,0	34		13		6,6	6,0	30		13
n:o of lichens per tree: Scots pine		9,5	9,5	22		2		8,5	8,5	25		2
n:o of lichens per tree: all tree species		8,9	9,0	30		20		7,7	7,5	31		20
point freq. dominant 1, %	Hyp phys	26,1	24,1	45		20	Hyp phys	28,1	24,6	49		20
point freq. dominant 2, %	Lep inca	23,6	15,1	84		20	Lep inca	26,3	17,0	77		20
point freq. dominant 3, %	Pla glau	3,2	0,1	223		10	Pla glau	3,3	0,0	202		8
sensitivity index per tree: birch		2,3	2,4	13	8	5		2,1	2,2	14	7	5
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,6	1,5	14	7	13		1,6	1,6	16	6	13
sensitivity index per tree: Scots pine		1,5	1,5	12	4	2		1,5	1,5	9	4	2
sensitivity index per tree: all tree species		1,8	1,7	22	11	20		1,7	1,6	19	9	20

Gammtratten	2000						2005					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total/tree individuals total					44	20					36	20
n:o of lichens per tree: birch		11,0				1		16,0				1
n:o of lichens per tree: Norway spruce		11,4	12,0	20		8		14,5	15,0	21		8
n:o of lichens per tree: Scots pine		10,4	10,0	20		9		13,8	15,0	23		9
n:o of lichens per tree: Populus tremula		9,0				1		14,0				1
n:o of lichens per tree: Salix caprea		14,0				1		14,0				1
n:o of lichens per tree: all tree species		11,0	11,0	22		20		14,2	15,0	20		20
point freq. dominant 1, %	Hyp phys	9,3	2,3	160		15	Hyp phys	8,4	2,5	150		16
point freq. dominant 2, %	Par ambi	6,3	2,0	127		14	Par ambi	4,1	3,0	148		14
point freq. dominant 3, %	Bia effl	4,2	0,0	447		1	Bac arce	2,2	0,0	447		1
sensitivity index per tree sp.: birch		3,1			5	1		2,4			5	1
sensitivity index per tree sp.: Norway spruce		4,2	4,4	17	9	8		2,5	2,5	15	5	8
sensitivity index per tree sp.: Scots pine		3,4	3,2	37	8	9		2,5	2,3	28	7	9
sensitivity index per tree sp.: Populus tremula		4,8			2	1		4,3			2	1
sensitivity index per tree sp.: Salix caprea		7,3			5	1		6,4			5	1
sensitivity index all tree species		4,0	3,8	33	14	20		2,8	2,4	39	11	20

Comments

Data collected from four circular plots with five trees each. On each tree trunk is one square 40x40 cm with 400 points on which hits of lichens are observed giving point frequency. between 50 and 200 cm above ground all species, besides those on the plot, are noted presence.

n:o of lichen species total = on and outside sample plots on all trees

n:o of lichens per tree = mean number of lichen species on and outside the sample plot individual

sensitivity index per tree sp. = mean of all individuals of the resp. tree species; only lichens on sample plots and having indicator values are included

n lich. = number of lichen species involved in the calculation

n trees = number of tree individuals on which observations were performed

Algae on needles and lichens on twigs of spruce

	1998			1999			2000			2001			2002			2003			2004			2005			2006						
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n			
Gårdsjön																															
Algae																															
thickness on needles	1.7	1.7	19	20	-	-	-	-	2.4	2.3	17	6	2.2	2.2	13	6	2.0	6	2.2	16	6	1.0	0	6	1.3	25	3	0.6	58	6	
age youngest needles with algae	3.2	3.0	48	20	-	-	-	-	2.1	2.0	7	6	2.3	2.3	13	6	2.1	7	6	2.9	5	6	4.0	13	6	3.9	59	3	5.4	11	6
n.o whorls with 5-50% needles	5.8	5.9	38	20	-	-	-	-	1.1	1.0	92	6	1.5	0.9	108	6	3.2	40	6	3.2	18	6	6.5	14	6	6.9	7	3	9.0	14	6
n.o whorls with >50% needles	10.7	10.2	26	20	-	-	-	-	9.9	10.5	15	6	9.6	9.7	13	6	7.7	6	6	6.5	12	6	2.4	66	6	3.2	63	3	2.6	21	6
Lichens																															
amount on branch	1.7	2.0	29	20	-	-	-	-	1.0	1.0	0	6	1.0	1.0	0	6	1.1	12	6	1.1	22	6	0.9	18	6	0.9	31	3	0.8	36	6
age youngest twig with lichen	4.8	4.5	47	20	-	-	-	-	4.7	4.7	13	6	5.3	5.2	18	6	5.1	12	6	4.7	20	6	4.2	20	6	6.1	12	3	8.2	24	6

* Few trees left due to partial destruction of sample site in 1999; replacement trees not attainable.

	1998			1999			2000			2001			2002			2003			2004			2005			2006			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
Aneboda																												
Algae																												
thickness on needles	1.9	2.0	14	20	1.9	2.0	13	20	2.0	2.0	6	20	1.5	1.7	30	20	1.2	26	20	1.3	23	20	1.0	16	20	0.7	62	20
age youngest needles with algae	2.2	2.2	11	20	2.0	2.0	3	20	2.1	2.0	7	20	2.7	2.7	23	20	2.4	20	2.8	11	20	3.2	20	20	2.5	59	20	
n.o whorls with 5-50% needles	2.1	2.3	51	20	2.8	2.7	29	20	3.5	3.0	37	20	1.0	0.7	74	20	2.5	30	2.3	41	20	6.1	19	20	5.2	13	20	
n.o whorls with >50% needles	8.0	8.0	17	20	6.7	6.9	19	20	6.4	6.5	21	20	7.7	7.7	13	20	6.2	11	20	5.6	12	20	1.9	50	20	2.0	53	20
Lichens																												
amount on branch	1.6	1.7	29	20	1.7	1.7	32	20	1.8	2.0	23	20	1.6	2.0	20	20	1.6	28	20	1.5	31	20	1.7	29	20	1.0	42	20
age youngest twig with lichen	3.7	3.7	24	20	3.7	3.7	19	20	4.4	4.7	19	20	5.8	5.7	15	20	5.1	25	20	4.5	26	20	4.2	22	20	2.3	52	20

	1998			1999			2000			2001			2002			2003			2004			2005			2006			
Kindla	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
Algae																												
thickness on needles	1.9	2.0	40	20	2.0	2.0	37	20	2.1	2.0	17	20	2.2	2.0	9	20	2.2	9	20	1.8	16	20	1.0	10	20	0.8	28	20
age youngest needles with algae	4.1	3.7	29	20	3.5	3.3	28	20	3.2	3.0	20	20	3.3	3.2	18	20	3.5	24	20	3.4	10	20	4.4	19	20	3.9	32	20
n.o whorls with 5-50% needles	1.7	1.5	41	20	1.9	1.9	42	20	1.6	1.7	51	20	1.6	1.5	46	20	1.1	62	20	2.2	29	20	6.7	18	20	5.0	18	20
n.o whorls with >50% needles	9.0	9.2	14	20	9.0	9.0	14	20	8.5	8.5	11	20	8.5	8.9	16	20	8.6	10	20	6.9	13	20	3.0	33	20	2.1	33	20
Lichens																												
amount on branch	1.7	1.7	17	20	1.8	1.7	15	20	1.3	1.3	27	20	1.0	1.0	9	20	1.1	23	20	1.1	17	20	1.0	12	20	0.8	38	20
age youngest twig with lichen	5.4	4.9	29	20	5.8	5.3	23	20	6.2	5.9	22	20	6.7	6.5	18	20	7.5	20	20	8.5	18	20	6.6	24	20	5.0	43	20

1998			1999			2000			2001			2002			2003			2004			2005			2006			
mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
Gammtratten																											
Algae																											
thickness on needles	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	334	20	0.0	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20
age youngest needles with algae	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.0	312	20	0.0	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20	0.0	-	20
n.o whorls with <50% needles	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.2	96	20	1.9	1.7	59	20	2.3	72	20	2.3	45	20	5.0	26	20	4.5	22	20
n.o whorls with >50% needles	-	-	-	-	-	-	-	11.7	11.8	13	20	8.8	8.9	16	20	9.8	18	20	5.9	32	20	3.2	38	20	1.3	91	20
Lichens																											
amount on branch	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.0	22	20	2.7	3.0	15	20	1.8	20	20	2.6	17	20	2.6	15	20	2.4	23	20
age youngest twig with lichen	-	-	-	-	-	-	-	4.6	4.5	10	20	3.4	3.3	16	20	5.8	17	20	3.8	23	20	4.2	20	20	3.7	24	20

Comments
Observations on 3 branches each of 20 young spruces standing in openings.

n = number of trees observed
age youngest needles/twig is expressed in years
thickness (on that part of the branch which has the thickest cover) = scale: 1-thin, small patches, 2-between 1 and 3, 3-thick, -covering the needles
amount (on whole branch) = scale: 1-few, sparse, 2-between 1 and 3, 3-abundant, almost as much cover as needles

Understorey vegetation: intensive plot

In 2006 only Gammtratten plot 1

			2006				
Gammtratten 1	species	list	mean %	median	CV%		n spec.
n:o of species total							34
cover field layer			49	52,5	45		12
cover bottom layer			63	65	30		22
cover dominant 1	Vaccinium myrtillus	B4	41	44	52		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi	M2	33	25	84		
cover dominant 3	Hylocomium splendens	M2	15	10	130		
						#sub plots	
plot frequency dominant 1	Vaccinium myrtillus	B4					32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					32
plot frequency dominant 3	Vaccinium vitis-idaea	B4					31
species diversity index (H')							2,9
Equitability (J)							0,57
Ellenberg N index (N)							2,7
Ellenberg pH index (R)							2,5

Comments

Observations on intensive plot 40x40 m with 32 subplots 0,5x0,5 m distributed by stratified random sampling. list = Nordic Council of Ministers Code Centre: B4--vascular plants, M2--mosses, L2--lichens.

Indices calculated with all sub-plots summed to one plot. Species diversity index: Shannon-Wiener $H' = -\sum(p_i \times \log_2 p_i)$, where p_i = proportional cover for species i . N- and R-indices based on Ellenberg indicator values: $\sum(c_i \times Ell_i) / \sum c_i$, where c_i = cover of species i and Ell_i = Ellenberg value for species i .

Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Gårdsjön 2006		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n [*]	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3680			2	5705			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1226			2	1365			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	101			2	190			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	7192			2	5679			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1128			2	1036			2	-	-	-	-
N	%	1,1			2	1,1			2	-	-	-	-
C	%	50			2	50			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,76			2	0,81			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	46			2	46			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	2,2			2	2,1			2	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,20			2	0,20			2	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	45			2	49			2	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,09			2	0,08			2	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,04			2	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	704			2	993			2	-	-	-	-
Al	µg/g dw	50			2	79			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	36			2	78			2	-	-	-	-
Arginine*	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Aneboda 2006		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n [*]	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3493			2	3638			2	8014	7544	11	3
Mg	µg/g dw	1014			2	911			2	809	798	5	3
Na	µg/g dw	75			2	79			2	118	116	30	3
K	µg/g dw	6321			2	5655			2	1254	1169	15	3
P	µg/g dw	1406			2	1272			2	678	672	2	3
N	%	1,1			2	1,1			2	0,78	0,79	6	3
C	%	50			2	50			2	51	52	2	3
S	mg/g dw	0,78			2	0,80			2	0,66	0,64	7	3
C/N	weight basis	47			2	47			2	66	65	8	3
Cu	µg/g dw	2,1			2	1,9			2	2,1	2,1	3	3
Pb	µg/g dw	0,15			2	0,12			2	0,8	0,8	6	3
Zn	µg/g dw	25			2	23			2	41	41	15	3
Cd	µg/g dw	0,04			2	0,03			2	0,12	0,12	10	3
Hg	µg/g dw	0,03			2	0,03			2	0,07	0,07	10	3
Mn	µg/g dw	891			2	921			2	1686	1777	13	3
Al	µg/g dw	45			2	60			2	151	146	7	3
Fe	µg/g dw	77			2	85			2	154	138	25	3
Arginine*	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kindla 2006		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n [*]	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	2665			2	3897			2	5289	5257	3	3
Mg	µg/g dw	951			2	881			2	569	603	12	3
Na	µg/g dw	49			2	61			2	41	38	16	3
K	µg/g dw	6495			2	4764			2	777	814	16	3
P	µg/g dw	1051			2	843			2	362	370	14	3
N	%	1,0			2	0,9			2	0,59	0,58	10	3
C	%	51			2	51			2	52	52	1	3
S	mg/g dw	0,70			2	0,68			2	0,58	0,58	5	3
C/N	weight basis	51			2	56			2	89	88	11	3
Cu	µg/g dw	2,2			2	1,7			2	1,8	1,8	11	3
Pb	µg/g dw	0,22			2	0,23			2	0,9	0,8	15	3
Zn	µg/g dw	28			2	28			2	46	46	12	3
Cd	µg/g dw	0,03			2	0,03			2	0,16	0,14	34	3
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,03			2	0,06	0,06	17	3
Mn	µg/g dw	753			2	990			2	1342	1383	12	3
Al	µg/g dw	40			2	59			2	164	159	5	3
Fe	µg/g dw	44			2	40			2	163	149	18	3
Arginine*	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gamtr. 2006		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n [*]	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4235			2	5883			2	6596	6593	4	3
Mg	µg/g dw	1099			2	1010			2	475	457	23	3
Na	µg/g dw	62			2	86			2	49	52	21	3
K	µg/g dw	7510			2	5908			2	421	375	34	3
P	µg/g dw	1777			2	1550			2	337	343	24	3
N	%	0,89			2	0,83			2	0,41	0,42	12	3
C	%	51			2	51			2	53	53	0	3
S	mg/g dw	0,79			2	0,76			2	0,43	0,43	11	3
C/N	weight basis	57			2	61			2	132	127	13	3
Cu	µg/g dw	1,6			2	1,4			2	1,6	1,5	17	3
Pb	µg/g dw	0,14			2	0,20			2	0,9	0,9	8	3
Zn	µg/g dw	46			2	56			2	54	52	9	3
Cd	µg/g dw	0,02			2	0,02			2	0,10	0,10	7	3
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,03			2	0,04	0,04	8	3
Mn	µg/g dw	918			2	1174			2	1366	1404	13	3
Al	µg/g dw	53			2	70			2	142	142	12	3
Fe	µg/g dw	51			2	54			2	112	111	8	3
Arginine*	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comments

Samples are taken in February-March near the crown top of ten trees on or near circular plots. Except for arginine they are mixed into two separate samples for analysis.

* Arginine in spruce needles from 2005 and 2006 will be analyzed during 2008 on frozen samples.

n = number of samples analysed

Biomass and bioelements in trees (≥5 cm dbh)

Gårdsjön		1991			1995			2000			2005		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	555	150	18	605	163	18	625	168	18	717	194	18
C-tot	ton	272	73	18	296	80	18	306	83	18	358	97	18
N-tot	kg	1317	355	18	1433	386	18	1476	398	18	1904	515	18
P-tot	kg	135	36	18	147	40	18	152	41	18	204	55	18
K	kg	477	129	18	519	140	18	532	143	18	736	199	18
Ca	kg	896	241	18	974	263	18	1000	270	18	1320	357	18
Mg	kg	142	38	18	154	42	18	159	43	18	204	55	18
Fe	kg	39	11	18	43	11	18	43	12	18	57	15	18
Mn	kg	155	42	18	168	45	18	172	46	18	211	57	18
Zn	kg	16	4	18	17	5	18	18	5	18	21	6	18
Cu	kg	3	0,7	18	3	0,7	18	3	0,8	18	3	0,9	18
B	kg	2	0,4	18	2	0,5	18	2	0,5	18	2	0,6	18

Aneboda		1996			2001			2006		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3880	204	40	4606	225	47	3807	186	45
C-tot	ton	1901	100	40	2257	110	47	1865	91	45
N-tot	kg	8450	445	40	9902	483	47	10855	530	45
P-tot	kg	837	44	40	981	48	47	1042	51	45
K	kg	3110	163	40	3623	177	47	4020	196	45
Ca	kg	6560	345	40	7755	378	47	7560	369	45
Mg	kg	991	52	40	1163	57	47	1153	56	45
Fe	kg	316	17	40	378	18	47	315	15	45
Mn	kg	1200	63	40	1429	70	47	1186	58	45
Zn	kg	145	8	40	176	9	47	155	8	45
Cu	kg	17	0,9	40	21	1,0	47	20	1,0	45
B	kg	13	0,7	40	15	0,7	47	12	0,6	45

Kindla		1998			2003		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3730	196	40	3966	198	41
C-tot	ton	1828	96	40	1943	97	41
N-tot	kg	9170	483	40	9693	485	41
P-tot	kg	788	41	40	869	43	41
K	kg	3460	182	40	3682	184	41
Ca	kg	6300	331	40	6671	334	41
Mg	kg	1010	53	40	1103	55	41
Fe	kg	136	7	40	183	9	41
Mn	kg	827	44	40	910	46	41
Zn	kg	69	4	40	113	6	41
Cu	kg	17	0,9	40	57	3	41
B	kg	10	0,5	40	51	3	41

Gammtratten		1999			2004		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	4240	99	35	4481	104	35
C-tot	ton	2078	48	35	2195	51	35
N-tot	kg	9020	210	35	12119	282	35
P-tot	kg	1020	24	35	1285	30	35
K	kg	3740	87	35	4564	106	35
Ca	kg	7050	164	35	7217	168	35
Mg	kg	1070	25	35	1232	29	35
Fe	kg	357	8	35	310	7,2	35
Mn	kg	1290	30	35	1282	30	35
Zn	kg	126	3	35	136	3,2	35
Cu	kg	18	0,4	35	21	0,49	35
B	kg	14	0,3	35	11	0,26	35

Comments

Biomass estimated from measurements of trees on regularly distributed permanent sample plot chemistry data from literature.

total = whole catchment

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gårdsjön 2006**jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.**

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2006 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2006 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	nd	nd	71	81	10
2	-1,6	-2,9	-1,3	47	40	-7
3	1,2	-3,2	-4,4	57	53	-4
4	5,2	4,7	-0,5	50	136	86
5	10,9	11,2	0,3	62	92	30
6	14,9	14,9	-0,0	73	10	-63
7	16,2	19,5	3,3	89	122	33
8	15,6	16,7	1,1	91	129	38
9	12,2	15,2	3,0	107	95	-12
10	8,5	12,5	4,0	112	196	84
11	3,7	nd	nd	109	200	91
12	0,3	nd	nd	83	223	140
Medel/Summa	7,1	-	-	951	1377	426

nd = data saknas

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Aneboda 2006**jämfört med långtidsvärden från Växjö**

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2006 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 c) Växjö mm	P 2006 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-5,2	-2,5	60	12	-48
2	-2,6	-3,7	-1,1	41	19	-22
3	0,4	-4,7	-5,1	48	33	-15
4	4,9	4,3	-0,6	46	78	32
5	10,8	10,0	-0,8	56	97	41
6	14,9	15,6	0,7	64	15	-49
7	15,9	19,3	3,4	87	23	-64
8	15,2	15,5	0,3	66	153	87
9	11,2	13,6	2,4	82	65	-17
10	7,2	9,3	2,1	67	164	97
11	2,5	4,9	2,4	73	4	-69
12	-1,1	4,1	5,2	65	0	-65
Medel/Summa	6,4	6,9	0,5	755	663	-92

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa: Data rörande Sveriges nederbördsklimat. Normalvärden för perioden 1961-90. SMHI Rapport 1991:81)

c) Korrigerad nederbörd, Växjö (SMHI-bet 6452 korrektionsfaktor 1,16)

d) Korrigerad nederbörd, Nyberget (SMHI-bet 9544 korrektionsfaktor 1,21)

e) Korrigerad nederbörd, Fredrika (SMHI-bet 14805 korrektionsfaktor 1,24)

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Kindla 2006**jämfört med långtidsvärden från Knön och Nyberget.**

Månad	Temp a) Knön grad C	Temp 2006 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Nyberget mm korr	P 2006 d) Nyberget mm korr	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-4,3	3,4	64	34	-30
2	-6,9	-4,8	2,1	46	77	31
3	-3,2	-5,5	-2,3	51	79	28
4	3,1	1,6	-1,5	56	81	26
5	9,3	8,9	-0,4	58	89	31
6	13,7	14,2	0,5	80	52	-28
7	16,1	17,4	1,3	98	64	-34
8	14,3	15,9	1,6	102	135	33
9	9,4	12,4	3,0	99	30	-69
10	4,1	6,6	2,5	87	184	97
11	-0,5	1,9	2,4	97	88	-9
12	-4,3	2,2	6,5	68	107	39
Medel/Summa	4,0	5,5	1,6	905	1020	115

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gammtratten 2006**jämfört med långtidsvärden från Fredrika.**

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2006 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2006 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-5,7	7,0	43	31	-12
2	-11,2	-8,2	3,0	33	26	-7
3	-6,2	-9,7	-3,5	39	26	-13
4	-0,2	0,3	0,5	36	62	26
5	6,6	6,4	-0,2	47	56	10
6	12,3	12,0	-0,3	62	38	-24
7	13,9	14,3	0,4	109	33	-76
8	12,0	14,7	2,7	85	111	25
9	7,0	9,8	2,8	77	136	59
10	1,8	0,8	-1,0	68	138	70
11	-5,8	-1,6	4,2	59	104	45
12	-10,6	-1,3	9,3	50	66	16
Medel/Summa	0,6	2,7	2,1	708	827	119

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa: Data rörande Sveriges nederbördsklimat. Normalvärden för perioden 1961-90. SMHI Rapport 1991:81)

c) Korrigerad nederbörd, Växjö (SMHI-bet 6452 korrektionsfaktor 1,16)

d) Korrigerad nederbörd, Nyberget (SMHI-bet 9544 korrektionsfaktor 1,21)

e) Korrigerad nederbörd, Fredrika (SMHI-bet 14805 korrektionsfaktor 1,24)

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2006.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	81	63	17	72	8
2	40	28	12	5	35
3	53	36	16	47	6
4	136	96	40	136	-0
5	92	68	24	39	54
6	10	5	5	16	-5
7	122	94	27	5	117
8	129	85	44	7	122
9	95	75	21	35	61
10	196	101	95	84	112
11	200	127	73	147	53
12	223	133	90	162	61
Summa	1377	913	464	753	624
% av NBD	100%	66%	34%	55%	45%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2006.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	24	19	5	19	5
2	31	31	0	6	24
3	51	42	9	10	40
4	68	75	-7	60	8
5	66	50	15	45	21
6	13	10	3	9	4
7	13	9	4	3	10
8	126	86	40	12	115
9	86	71	15	12	74
10	148	83	65	52	96
11	77	72	5	76	1
12	156	83	72	62	93
Summa	857	630	227	366	491
% av NBD	100%	74%	26%	43%	57%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2006.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	35	67	-32	20	15
2	51	34	16	12	39
3	94	35	59	15	79
4	102	54	48	128	-26
5	83	60	24	57	27
6	54	40	14	8	46
7	30	20	11	2	28
8	148	88	60	16	132
9	40	30	10	4	36
10	156	125	31	84	72
11	149	88	61	89	60
12	141	75	66	75	66
Summa	1083	716	367	510	573
% av NBD	100%	66%	34%	47%	53%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2006.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	8	20	-12	3	5
2	32	39	-8	21	11
3	36	30	5	20	16
4	79	34	45	62	17
5	61	44	16	108	-47
6	38	38	0	27	10
7	29	26	4	8	21
8	47	43	4	6	41
9	130	87	43	20	110
10	82	61	20	73	8
11	104	49	55	72	32
12	105	74	31	71	33
Summa	749	546	203	492	258
% av NBD	100%	73%	27%	66%	34%

Important observations 2006

Annual bulk depositions of metals were not estimated for Aneboda due to missing values from January, July and August.

Regarding Hg, data are available from January, February, March, June and September.